

A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático

Joel Duarte Rodrigues Teixeira Soares

Relatório de Estágio para obtenção de Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Ramo de Gestão da Construção

Orientadores: Eng.º José Carlos Basto Lino

Eng.º José Carlos Castro Pinto de Faria

Instituto Superior de Engenharia do Porto

5 de Outubro de 2013

Dedicatória

À minha família

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas e entidades que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização do presente trabalho, nomeadamente:

À Newton – Consultores de Engenharia, pela disponibilidade demonstrada na realização deste estágio, numa área tecnológica tão emergente e empolgante deste setor;

À Sonae Sierra, em especial ao Eng. Joaquim Moreira, pela possibilidade de aplicar esta metodologia tão inovadora a um exemplo tão interessante;

À administração do Estação Viana Shopping, em especial na pessoa do Dr. Bruno Coimbra, pela amabilidade e disponibilidade com que nos receberam;

Ao meu orientador, Eng. José Carlos Lino, pelo modo cativante com que transmitiu os seus conhecimentos, pelos seus esforços, disponibilidade e apoio demonstrado, dando em cada reunião e em cada conversa o entusiasmo que me motivou a tentar aprender sempre um pouco mais. O meu sincero Muito Obrigado!

Ao meu co-orientador, Eng. José Carlos Pinto de Faria, pelas várias conversas enriquecedoras, pelo constante interesse, apoio, orientação, e disponibilidade demonstrada ao longo de todo o trabalho;

À minha família que sempre me apoiou e permitiu a realização deste trabalho, em especial ao meu irmão, Arq. Amílcar Soares, pelo constante incentivo, mas sobretudo pelas importantes conversas e apoio;

À Susana pelo incentivo, apoio e sobretudo paciência demonstrada nestes últimos anos;

A todos os meus amigos que me acompanharam nestes anos, com quem partilhei muitas alegrias e que foram bastante importantes nesta etapa.

Resumo e Palavras Chave

Palavras-chave: *Building Information Modelling* (BIM), *Facility Management* (FM), BIM-FM, *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie).

Resumo

O crescente aumento da consciencialização da importância da fase de operação e manutenção, bem como a amplificação que a metodologia *Building Information Modelling* (BIM) tem obtido nos últimos anos, sugere uma necessidade de alterar a atual abordagem da gestão das instalações de forma a dotá-la das mais recentes inovações tecnológicas como seja a utilização do BIM.

Os *Building Information Models* apresentam as características ideais para a integração da gestão das instalações, não só pela visualização do edifício, mas sobretudo pela potencialidade que a base de dados oferece, com informação referente a cada um dos componentes presentes e suas relações.

O âmbito deste trabalho envolve assim a integração da gestão das instalações com o modelo BIM criado, representativo do edifício em estudo.

Este trabalho começa com as definições do âmbito e dos objetivos que são propostos no Capítulo 1.

No Capítulo 2, é elaborada uma pesquisa sobre o estado da arte atual de cada uma das metodologias BIM e FM, de forma a tomar conhecimento dos seus conceitos principais. Foi feito também um levantamento no campo do BIM-FM de forma a apurar as atuais soluções tecnológicas existentes, a forma como é feita a sua troca de informação e também alguns casos em que esta metodologia foi aplicada.

Com base na informação recolhida sobre as metodologias e também nos casos práticos estudados, é realizado no Capítulo 3, capítulo central deste trabalho, a aplicação prática. A realização desta aplicação é dividida por 3 fases principais. Numa primeira fase é especificada e recolhida a informação necessária de ser obtida para a realização do modelo e a posterior aplicação do FM. A escolha da informação a recolher é feita ponderando todos os fatores existentes, mas de forma a cumprir os requisitos pedidos.

Numa segunda fase, assente na compilação de informação recolhida anteriormente, realiza-se o modelo do edifício. A modelação, de forma a seguir o método de trabalho BIM é realizada por especialidades, sendo numa primeira fase realizada a especialidade de arquitetura e posteriormente, utilizando esse modelo como base, é feita a modelação das especialidades de águas, águas residuais, AVAC e eletricidade. Esta escolha foi também estimulada pela organização do *software* utilizado para a modelação, por módulos.

Na última fase da aplicação do caso prático a informação inserida na fase de modelação do edifício é exportada para o *software* de FM, neste caso em específico, o IBM Maximo. Para a exportação destes dados foi utilizado o formato *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie), de forma a garantir a integridade e conformidade da informação transferida.

No Capítulo 4 deste trabalho são abordadas as especificidades relativas à informação existente, à modelação e à troca de dados entre o *software* de modelação e o *software* utilizado na gestão do edifício. São também sugeridos alguns temas para futuros desenvolvimentos com o intuito de ampliação dos campos de FM com o uso do modelo.

O BIM-FM é um tema emergente na atualidade do BIM, sendo a sua utilização encarada como uma mais-valia ao processo BIM. A compilação da informação durante a fase de

projeto e execução, aliada à existência do modelo torna a implementação do FM com o modelo BIM como uma sequência natural.

Keywords e Abstract

Keywords: *Building Information Modeling* (BIM), *Facility Management* (FM), BIM-FM, *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie).

Abstract

The increasing awareness of the importance that the phase of operation and maintenance, allied with the amplification verified over the few years of the BIM methodology, suggests a need of alteration in the traditional approach of facility management in order to provide it with the latest technological innovations, such as BIM.

The Building Information Models present the ideal characteristics for the integration in facility management, not only for viewing the building, but rather due to the potentialities obtained by possessing a database with information regarding each of the components present and their relationships.

The scope of this work involves the integration of facilities management with a created BIM model that represents “Estação Viana Shopping”.

This work initiates with the definitions of the scope and objectives that are proposed in Chapter 1.

In Chapter 2, is elaborated a literature research on the current state of the art of each BIM and FM methodologies, in order to become aware of its main concepts. A research was also performed on BIM-FM in order to ascertain the current technological solutions that are implemented, the way in which the information is exchanged and also some cases where this methodology was applied.

Based on the information collected regarding the methodologies and also in practical cases studies, it is developed the practical application in chapter 3, central chapter of this work. The realization of this application is divided in three main phases. In the first phase, it is specified and collected the necessary information to be obtained for the realization of the model and the subsequent application of FM. The choice of the information to be collected is made considering all the existing factors, but in order to meet the requirements.

In the second phase based on the compilation of the information collected previously, it is developed the building model. The modeling in order to follow the BIM method of work, it is performed by speciality, being initially developed the architectural model and later based on this model, it is performed the modeling of the specialities of water, sewage, electricity and HVAC. This choice was also stipulated by the organization of the software modules used for modeling, Autodesk Revit.

In the last phase of the practical case of application the information inserted in the modeling phase of the building is exported to software of FM, in this specific case, the IBM Maximo. To export this data it was used the COBie format, to ensure the integrity and compliance of the information transferred.

In Chapter 4 of this work addresses the specificities of the existing information, modeling and data exchanges between software modeling and software used in the management of the building. Some topics are suggested for further development in order to extend the management fields by resorting to the model.

The BIM-FM is an emerging topic in the actuality of BIM, where its use is seen as an asset to the BIM process. The compilation of information during the design phase and execution, allied with the existence of the model enables the implementation of FM with the BIM model as a natural sequence.

Índice de Texto

1 – Introdução.....	1
1.1 - Justificação do Tema.....	3
1.2 – Âmbito e Objetivos.....	6
1.2.1 – Âmbito	6
1.2.2 – Objetivos	6
1.3 – Organização da Dissertação.....	8
2 – Estado da Arte	9
2.1 – <i>Facility Management</i>	11
2.1.1 - Contexto Histórico	11
2.1.2 - Gestão de Edifícios.....	14
2.1.3 - Políticas e Estratégias de Manutenção	20
2.1.4 – <i>Facility Management</i> na Gestão e Manutenção dos Edifícios	24
2.1.5 - Indicadores de Desempenho da Manutenção.....	30
2.2 – <i>Building Information Model</i>	40
2.2.1 – Panorama Nacional e Internacional	40
2.2.2 – Relações Paramétricas	45

2.2.3 – Interoperabilidade.....	48
2.2.4 – Level of Development.....	54
2.3 - BIM-FM.....	59
2.3.1 – Programação	59
2.3.2 – <i>Softwares</i> BIM-FM	62
2.3.3 – Normalização.....	69
2.3.4 – <i>Construction Operations Building Information Exchange</i>	77
2.3.5 – Casos de Estudo	86
3 – Caso Prático	91
3.1 – Recolha de Informação	96
3.2 – Modelação.....	99
3.2.1 – Arquitetura	101
3.2.2.1 - Modelação paramétrica	109
3.3 – Integração Revit – Maximo	117
3.3.1 – Exportação Revit – Maximo.....	120
4 – Conclusões e Estudos Futuros	125
Referências Bibliográficas.....	133
Anexos	141

Índice de Figuras

Figura 1 - Espaço, Pessoas e Processos (Graves, 2013).....	12
Figura 2 - Atividades e Processos a realizar pelo gestor de edifícios.	15
Figura 3 - Processos de Gestão Técnica	15
Figura 4 - Percentagens de Custos Globais de um Edifício (Adaptado de (Alves, 2008)) .	18
Figura 5 - Processos de Gestão Económica.....	18
Figura 6 - Processos da Atividade Funcional.....	19
Figura 7 - Estratégias de Manutenção (Adaptado de Silva, 2010)	21
Figura 8 - Diferenças Entre WLC e LCC [Adaptado de (Green, 2009)]	25
Figura 9 - o BIM no ciclo de vida do edifício (fonte autodesk)	41
Figura 10 - Vantagens Decorrentes da Antecipação de Decisões de Projeto. Curva de MacLeamy. Fonte (VICO, 2013)	42
Figura 11 - Comunicação entre os Intervenientes no Método Tradicional e com o IPD (Adaptado de (Kiviniemi, 2010)).....	43
Figura 12 - Plataforma IFC (buildingSMART, 2013).....	51
Figura 13 - LOD Aplicado a uma Cadeira. Adaptado de (McPhee, 2013)	56
Figura 14 - Áreas Funcionais do FM e os Respetivos Acrónimos dos Sistemas (Adaptado de (IWMS, 2009)).....	61
Figura 15 - Integração dos Vários Componentes BIM no FM: Interact (Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011).....	64
Figura 16 - Recolocação de uma Pessoa no ArchiCAD Atualiza Imediatamente o seu Registo no ArchiFM (Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011)	66
Figura 17 - Screenshot da Solução Bentley para a FM (Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011).....	<u>67</u>

Figura 18 - O Uso do EcoDomus na Ligação do Modelo BIM aos dados FM (Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011)	68
Figura 19 - O BIM pelo Mundo (Fonte: WSP Group)	69
Figura 20 - Fontes de informação da NBIMS-US (Smith, 2013)	76
Figura 21 - Visão Geral do Processo COBie	78
Figura 22 - Informação da Fase de Projeto (East E. , 2013)	80
Figura 23 - Informação da Fase de Construção (East E. , 2013)	81
Figura 24 - Informação da Fase de Instalação do Produto (East E. , 2013)	83
Figura 25 - Informação da Fase de Vistorias e Testes do Sistema (East E. , 2013)	84
Figura 26 - Sistema Tradicional AM/FM da Casa da Ópera de Sydney (CRC for Construction Innovation, 2007)	89
Figura 27 - Processos FM da Casa Ópera de Sydney Suportados pelo Modelo (CRC for Construction Innovation, 2007)	89
Figura 28 - Ciclo de Vida BIM (Cerovsek, 2013)	100
Figura 29 - Aplicação dos Elevadores e Escadas Rolantes no Modelo de Arquitetura	102
Figura 30 - Interior Modelo	Figura 31 - Interior do Modelo
Figura 32 - Central Técnica AVAC (Redes de Água)	105
Figura 33 - Rede de Ar	105
Figura 34 - Redes de Desenfumagem	106
Figura 35 - Modelo MEP Final	106
Figura 36 - Rede MEP	107
Figura 37 - Modelo Final do Edifício	108
Figura 38 - Hierarquia dos Elementos no Revit (Knittle, 2013)	109
Figura 39 - Propriedades dos Parâmetros	113
Figura 40 - Os 5 Métodos para a Criação de Sólidos ou Vazios	114

Figura 41 - Progresso do Processo de Entrega de Informação com Relação aos Níveis de Maturidade (BIM Industry Working Group, 2011)	118
Figura 42 - Modelo em Formato IFC	118
Figura 43 - Preenchimento dos Dados das Famílias	120
Figura 44 - Organização da Folha de Cálculo (Engineering Research and Development Center, 2008)	121
Figura 45 - Folha de Cálculo referente aos contactos	121
Figura 46 - Folha de Cálculo Referente à Instalação	122
Figura 47 - Folha de Cálculo Referente aos Pisos.....	122
Figura 48 - Folha de Cálculo Referente aos Espaços	122
Figura 49 - Folha de Cálculo Referente Tipos de Componentes	123
Figura 50 - Folha de Cálculo Referente aos Componentes.....	123
Figura 51 - Folha de Cálculo Referente aos Sistemas	123

Índice de Tabelas

Tabela 1 Vantagens e Desvantagens da Manutenção Preventiva (Adaptado de Maurício, 2011 Citando Flores, 2002).....	22
Tabela 2 Vantagens e Desvantagens da Manutenção Reativa (Adaptado de Maurício, 2011 Citando Flores, 2002).....	24
Tabela 3 Especificidades a Existir num SLA (Adaptado de Maurício 2011)	29
Tabela 4 - Indicadores de Desempenho Apresentados por Shohet (Shohet, 2006)	32
Tabela 5 - Organização dos Indicadores de Desempenho EN 15341(Adaptado EN 15341)	33
Tabela 6 - Extrato da Lista de Indicadores Económicos da EN 15341.....	34
Tabela 7 - Extrato da Lista de Indicadores Técnicos Da EN 15341.....	35
Tabela 8 - Extrato da Lista de Indicadores Organizacionais da EN 15341.....	36
Tabela 9 Lista de Indicadores de Desempenho Económicos (Adaptado de Silva, 2010)	37
Tabela 10 Lista de Indicadores de Desempenho Técnico (Adaptado de Silva, 2010).....	38
Tabela 11 Lista de Indicadores de Desempenho Organizacionais (Adaptado de Silva, 2010)	38
Tabela 12 – Level of Developement (Adapatodo de (Van, 2008) e AIA Document E202)...	55
Tabela 13 – Normas BIM Internacionais em Desenvolvimento (AIA, 2013)	70

Índice de Anexos

Anexo 1 Indicadores de Desempenho Económico.....	143
Anexo 2 Indicadores de Desempenho Técnico	145
Anexo 3 Indicadores de Desempenho Organizacional.....	147
Anexo 4 Informação Recolhida e Elementos Modelados	149

Lista de Siglas

AEC – *Architecture, Engineering and Construction*

APFM - Associação Portuguesa de *Facility Managemet.*

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BAS - *Building Automation Systems*

BIM - *Building Information Modeling*

CAD - *Computer-aided Design*

CAFM - *Computer Aided Facility Management*

COBie - *Construction Operations Building Information Exchange*

COBIM - *Common BIM Requirements*

CRC - *Cooperative Research Centre*

EFMN - *European FacilityManagement Network*

FM - *Facility Management*

FMA - *Facilities Management Agreement*

GIS - *Geographic Information System*

GSA - *General Services Administration*

IAI - *International Alliance for Interoperability*

IDM – *Information Delivery Manual*

IFC - *Industry Foundation Classes*

IFD - *International Framework for Dictionaries*

IFMA - *International Facility Management Association*

IPD - *Integrated Project Delivery*

IWMS - *Integrated Workplace Management System*

KPI - *Key Performance Indicators*

LCC - *Life Cycle Cost*

LOD – *Level of Development*

MEP – *Mechanical, Electrical and Plumbing*

MPS - *Model Progression Specification*

MVD – *Model View Definition*

PDF - *Portable Document Format*

SLA - *Service Level Agreement*

WLC - *Whole Life Cost*

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

5D – Cinco dimensões

1 – Introdução

1 - Introdução

1.1 - Justificação do Tema

Historicamente, a mentalidade dos proprietários, no que à qualidade da construção diz respeito, sempre foi a favor da opção pelas soluções economicamente mais vantajosas, deixando, por vezes, o fator qualidade para segundo plano, não sendo considerado como algo que fizesse diferença significativa. Esta opção tem por base aquilo que eles consideram como a fase com maiores custos durante o ciclo de vida do edifício.

Ao longo dos anos, erradamente, foi considerada a fase de construção da edificação como o maior e por vezes único gasto na construção. Esta mentalidade não podia estar mais descontextualizada com a realidade, representando a fase de construção apenas uma reduzida parcela do custo total do ciclo de vida de um edifício.

Esta mentalidade advém da falta de consciencialização do que significa o ciclo de vida de um edifício. Para os proprietários, a redução de custos durante a fase de execução, na maioria das vezes com recurso à escolha de soluções de qualidade notoriamente inferior, era por vezes uma prioridade. Esta escolha revelava-se com o decorrer do funcionamento da edificação, como uma escolha errada dado os custos que a operação e manutenção representam para o custo total do ciclo de vida do edifício.

Nos últimos anos, tem aumentado a consciencialização dos proprietários para a verdadeira representação dos custos, de forma que estes considerem também os custos pós construção. Esta evolução na mentalidade leva a que seja necessária a evolução tecnológica de forma a acompanhar o processo. Há algumas décadas atrás, a gestão de um edifício era apenas o preenchimento de relatórios em folha de papel. Atualmente existem diversas ferramentas informáticas que auxiliam na realização desta tarefa.

Atualmente a gestão de um edifício compreende várias disciplinas, devendo o gestor ser integrado desde a fase de conceção do projeto, permitindo-lhe assim intervir atempadamente na correção de algumas falhas ou sugestão de alterações com o intuito de aumentar a funcionalidade de acordo com a finalidade a que o edifício se destina.

Esta tendência também é verificada no setor da construção, onde apesar de ser uma indústria que movimenta avultadas quantias de dinheiro, nem sempre acompanha a evolução tecnológica da melhor forma, nem tanto ao nível das soluções construtivas, mas sim dos processos utilizados.

É necessário ter em consideração que na indústria da construção cada empreitada é alvo de um processo único, diferente de qualquer outro e onde não é possível estabelecer linhas de montagem. No entanto, a procura por soluções que otimizem a qualidade e os recursos disponíveis ganha uma especial importância na escassez de recursos financeiros e também com o aumento da competitividade existente no setor.

Com a evolução tecnológica, a adaptação da metodologia BIM por parte do sector da construção é um passo lógico, natural e inevitável. Inicialmente, e em linha com o que acontece com muitas outras metodologias, existe uma inércia inicial à mudança por parte de alguns representantes do setor. A implementação de um novo método irá trazer a mudança, o que obrigará as pessoas a saírem da sua zona de conforto, o que não é igualmente aceite por todos. Para as entidades empregadoras requer sempre o esforço financeiro, o declínio de produção inicial na implementação do novo processo, embora esta seja uma mudança, pois visa o melhoramento dos processos atuais.

No caso do BIM ganha ainda especial atenção dado não ser apenas uma mudança de *software*, mas acima de tudo uma mudança de mentalidade no processo construtivo. É preciso consciencializar as pessoas que a abordagem da metodologia é de transparência de

processo, de colaboração mútua entre todos os intervenientes à volta de um mesmo modelo comum a todos. A metodologia BIM traz uma mudança na forma como o processo construtivo é aplicado tradicionalmente.

Enquanto no processo tradicional a gestão das instalações é uma fase à parte do restante processo construtivo, existe uma passagem abrupta entre as fases, com a metodologia BIM, existe uma continuidade entre as diferentes fases.

É neste âmbito que surge o casamento entre estas duas metodologias. A metodologia BIM permite a integração da metodologia FM no ciclo da construção, de uma forma mais simplificada e suave, e sobretudo permite uma maior funcionalidade e utilidade relativamente à informação entregue pelos intervenientes, algo que no processo tradicional não se verifica.

1.2 – Âmbito e Objetivos

1.2.1 – Âmbito

O âmbito da realização deste trabalho, relatório de estágio inserido na unidade curricular DIPRE do Mestrado em Engenharia Civil – Gestão da Construção, insere-se na aplicação da metodologia BIM-FM num edifício já existente. Este trabalho foi realizado nas instalações da Newton Consultores de Engenharia, aproveitando a proximidade à equipa técnica e de projeto deste gabinete de engenharia, sendo um dos seus projetos, um centro comercial.

O edifício em estudo é uma construção já existente datada de 2003, o qual já possui uma abordagem moderna, dado que já é aplicada a metodologia FM em alguns níveis. Dentro da gestão das instalações realizadas, encontra-se a gestão da manutenção, tendo esta um particular interesse no âmbito deste trabalho.

Dada a importância da operacionalidade do edifício, mas em especial dos equipamentos instalados devido ao tempo de vida e riscos de falhas associados, a gestão da manutenção torna-se um campo fulcral para o normal funcionamento de edifícios desta natureza. A manutenção dos equipamentos, neste edifício é realizada por terceiros.

1.2.2 – Objetivos

Este trabalho terá como principal objetivo a aplicação da gestão das instalações através da utilização do modelo BIM. Esta aplicação será direcionada com um maior foco na gestão da manutenção, no entanto, sem nunca descurar a abrangência de temáticas que a gestão das instalações alberga, devendo o modelo estar capacitado para acolher outras matérias como a gestão do espaço.

Para a obtenção de um resultado final em concordância com o inicialmente definido, será necessária a criação de fases de trabalho e a atribuição de metas a atingir para cada uma dessas fases, de forma a assegurar que todos os pressupostos estarão dentro do planeado.

Numa primeira fase efetuar-se-á um levantamento do estado atual das matérias, que terá como objetivo a recolha de conhecimento de modo a planear da melhor forma a execução do trabalho.

Na segunda fase, será necessário definir a informação relativa ao projeto a ser recolhida. Para esta definição será fundamental ter em ponderação as várias condicionantes existentes. Após definida, ocorrerá então a recolha da informação para a modelação e para o preenchimento das características dos equipamentos.

Na terceira fase acontecerá a tarefa mais extensa deste trabalho, a modelação das várias especialidades do edifício.

Na última fase proceder-se-á à integração entre a informação presente no modelo e a informação presente no *software* utilizado na gestão. Esta troca de informação será efetuada com recurso à especificação COBie. No final retirar-se-ão as respetivas conclusões.

Em resumo, os principais objetivos deste trabalho serão os seguintes:

- Caracterização do estado da arte atual;
- Definição da informação a ser recolhida, passível de ser aplicada ao modelo BIM e à posterior gestão do edifício;
- Recolha da informação passível de ser obtida sobre o edifício em estudo;
- Modelação das várias especialidades;
- Exportação da informação presente no Revit e a integração no IBM Maximo;
- Conclusão dos resultados obtidos neste processo.

1.3 – Organização da Dissertação

A estrutura da presente dissertação é constituída por 4 capítulos. Estes capítulos seguem a metodologia de trabalho utilizada. Numa primeira fase, procedeu-se à recolha de informação de forma a adquirir conhecimentos sobre as matérias e posterior aplicação ao edifício de estudo. Por fim realizou-se uma análise aos resultados obtidos.

Neste primeiro capítulo, são apresentadas as razões subjacentes à escolha do tema e a explicação da sua importância no estado atual da gestão dos edifícios, as metas propostas a atingir e a forma como se encontra organizado este trabalho.

No segundo capítulo, procura-se caracterizar aprofundadamente os temas a que se subordina este trabalho, de forma a serem contextualizadas as mais recentes inovações tecnológicas aqui aplicadas. É efetuado um levantamento relativo ao estado da arte de cada uma das temáticas.

No terceiro capítulo, é realizada a aplicação prática deste trabalho. Este capítulo é composto pelas três fases dominantes que constituíram a parte prática do trabalho. A recolha da informação necessária para a modelação e aplicação da metodologia FM, previamente determinadas de acordo com os requisitos exigidos, a elaboração de um modelo tridimensional com recurso às ferramentas BIM do edifício em análise e por fim a troca de dados entre o modelo e o *software* FM utilizado, recorrendo ao formato COBie.

No quarto e último capítulo, inclui-se a síntese do trabalho realizado, onde são apresentadas as principais conclusões obtidas e possíveis desenvolvimentos futuros a realizar de forma a dar sequência ao trabalho aqui desenvolvido.

2 – Estado da Arte

2 - Estado da Arte

2.1 – *Facility Management*

2.1.1 - Contexto Histórico

O termo técnico “*Facility Management*” (FM) surgiu nos Estados Unidos no final dos anos 60, do século passado, para descrever a crescente prática seguida pelos bancos de *outsourcing* da responsabilidade para o processamento de transações de cartões de crédito para fornecedores especializados. (Lord, Lunn, Price, & Stephenson, 2001)

No início dos anos 1970 surgiram dois acontecimentos que vieram impulsionar a evolução do *Facility Management*, a introdução de computadores no espaço de trabalho e a troca das paredes divisórias por sistemas mais elaborados.

Este crescimento do número de pessoas e equipamentos no local de trabalho levou a uma otimização do espaço do local de trabalho. À medida que iam sendo necessárias soluções mais complexas os *Facility Managers* tiveram de se adaptar e evoluir para acompanhar esses novos desafios, surgindo assim a necessidade de dominar outras disciplinas.

Devido a esta evolução das áreas que o *Facility Management* abrange, a sua definição também sofreu conseqüentemente uma evolução ao longo dos tempos, não havendo contudo atualmente uma definição comum às várias instituições que lidam com esta temática.

O *Institute of Facility Management* descreveu o FM como a gestão e coordenação relacionando “pessoas, processos e lugares” e funções dentro da empresa ou organização (Teicoholz, 2001). A IFMA (2006) definiu FM como “a Profissão que engloba várias disciplinas para assegurar a funcionalidade do ambiente construído integrando pessoas, lugar, processos e tecnologia” e agrupou enumeras responsabilidades da profissão para os

profissionais das instalações. Agrupou ainda as principais responsabilidades dos gestores de instalações. (Lavy, 2008)

1. Planeamento anual da instalação (planeamento tático);
2. Previsão e gestão do mecanismo financeiro;
3. Aquisição ou alienação do imobiliário;
4. Planeamento do espaço interior, especificações do trabalho e gestão das instalações e do espaço;
5. Planeamento e projeto da arquitetura e engenharia;
6. Novas construções e/ou renovações;
7. Manutenção e operações da planta física;
8. Integração de telecomunicações, segurança e serviços gerais administrativos, por exemplo, serviços de alimentação, gestão de registos, reprografia. Transporte e serviços de correio.

Das diferentes definições nota-se que estas convergem numa ideia principal destacada por (Nik-Mat, Kamaruzzaman, & Pitt, 2011), a Gestão de Instalações (FM) é uma gestão de recursos que combina pessoas, propriedades e experiência em gestão de processos para fornecer serviços vitais de apoio da organização.

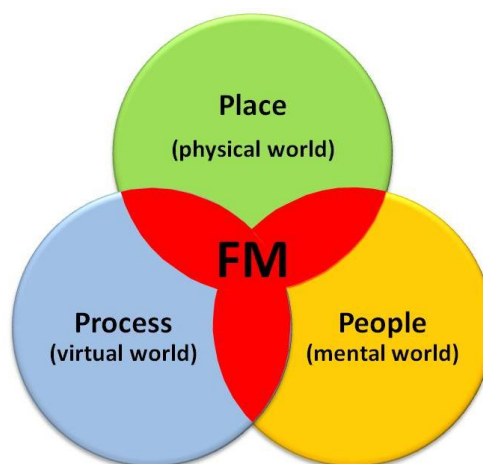


Figura 1 - Espaço, Pessoas e Processos (Graves, 2013)

Baseados nas mais recentes necessidades e práticas usadas na Gestão de Instalações, um grupo de estudo definiu em 2009, aquelas que considerou as 11 competências essenciais para a prática da atividade. Até à data de realização esta foi a análise mais completa realizada, incluindo respostas de Gestores de Instalações de 62 países.

- **Comunicação** - Comunicação de planos e processos para as partes interessadas internas e externas;
- **Preparação para Emergências e Continuidade de Negócios** - Planos e procedimentos de emergência e gestão de risco;
- **Sustentabilidade Ambiental** - Gestão Sustentável dos ambientes construídos e naturais;
- **Finanças e Negócios** - Planos estratégico, orçamentos, análises financeiras, compras;
- **Fatores Humanos** - Ambiente saudável e seguro, a segurança, o desenvolvimento do empregado FM;
- **Liderança e Estratégia** - Planeamento estratégico, organizar, liderar equipa e organização;
- **Operações e manutenção** - Operações de construção e manutenção, serviços de ocupação
- **Gestão do Projeto** - Supervisão e gestão de todos os projetos e contratos relacionados;
- **Qualidade** - Melhores práticas, melhorias de processos, auditorias e medições;
- **Administração de Imóveis e Imobiliário** - Planeamento imobiliário, aquisição e disposição;
- **Tecnologia** - Tecnologia de gestão de instalações, sistemas de gestão do local de trabalho. (IFMA, 2008)

Na Europa o primeiro passo para a criação de uma organização foi dado em 1987, mas foi registada oficialmente apenas em 1993, criando-se então a EFMN¹. No entanto inicialmente cada associação nacional dos países envolvidos desenvolvia e implementava o FM segundo

¹ EFMN - *European FacilityManagement Network* registado em 1993 através de um consenso por 3 associações FM: *Netherlands Facility Management Association* (NEFMA); *Danish Facility FM Association* (DFM); *British Centre for Facilities Management*.

a sua própria visão. Essa metodologia acabou em 2002, com o desenvolvimento de associações nacionais da IFMA. Em 2006 todos os países pertencentes concordaram com a sua definição de FM, apresentada na norma EN 15221-1²

Em Portugal o primeiro passo para a implementação do FM foi dado há cerca de seis anos com a criação da APFM – Associação Portuguesa de *Facility Management*. É uma associação sem fins lucrativos que tem como objetivo o desenvolvimento, a investigação e a divulgação da área profissional que é o FM. (APFM, 2013)

2.1.2 - Gestão de Edifícios

Derivado das várias disciplinas que abrange, a atividade da gestão é atualmente utilizada nas mais diversas áreas. Na atividade da construção civil devido à crescente importância da valorização do estado do edifício, a gestão do edifício tornou-se cada vez mais necessária para melhorar a relação entre o desempenho do seu edifício e o seu valor. Para conseguir tal resultado, a gestão aplica um conjunto de ações e procedimentos ao edifício após a sua construção, de maneira a conseguir obter esta otimização. Para conseguir tais resultados é necessário um entendimento alargado de diferentes áreas de conhecimento tais como a economia, sociologia, psicologia, engenharia, entre muitas outras, e também uma atitude de controlo, verificação e melhoria sistemática.

Devido às inúmeras temáticas que aborda, torna-se necessária a divisão em três domínios de atividades principais, que dizem respeito a diferentes áreas de focalização. Essas atividades

² CSN EN 15221-1(2006) *Facility Management* - Part 1: Termos de Definições

principais são: a gestão técnica, a económica e a funcional. Como podemos ver na figura 2, temos os três principais grupos com as áreas de atuação de cada um deles.

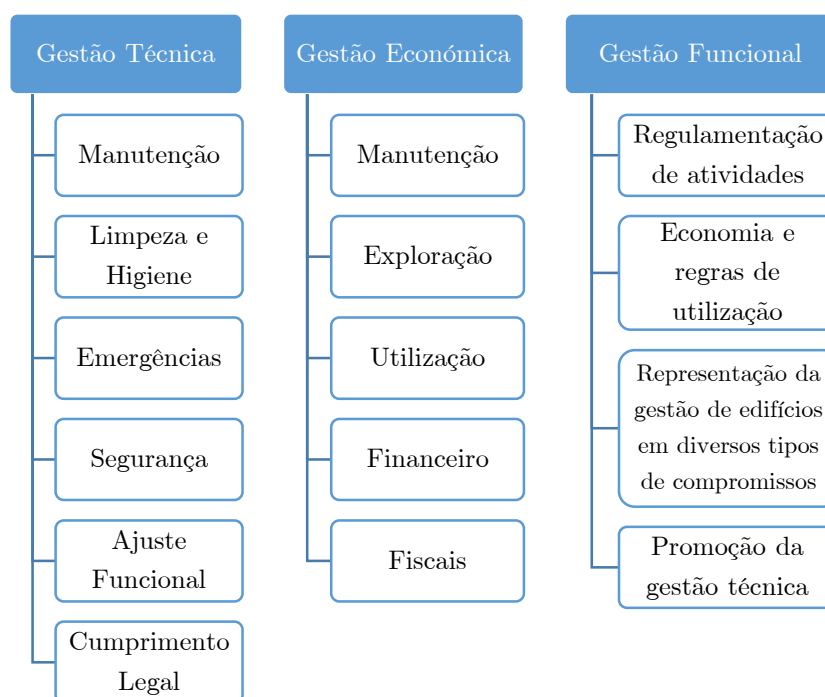


Figura 2 - Atividades e Processos a realizar pelo gestor de edifícios (Rodrigues, 2001)

Gestão Técnica

Segundo (Rodrigues, 2001), a atividade técnica é a que mais se enquadra no âmbito da engenharia civil, uma vez que abrange todo o tipo de ações com o objetivo de garantir o desempenho das soluções construtivas do edifício.

(Rodrigues, 2001) faz uma divisão da atividade em alguns processos de forma a obter uma maximização dos objetivos, desempenho e valor que se podem observar na seguinte figura:

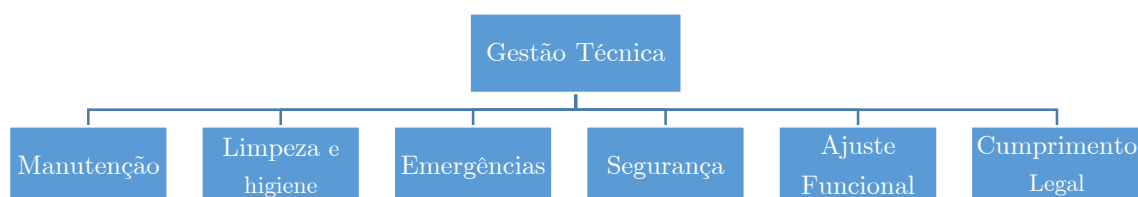


Figura 3 - Processos de Gestão Técnica (Rodrigues, 2001)

Dos processos apresentados, a manutenção ganha um particular destaque devido à sua importância e dimensão, havendo até quem frequentemente chame o gestor do edifício por gestor da manutenção. Neste âmbito, uma das suas funções e talvez uma das mais importantes, é a definição do tipo de intervenção a realizar, podendo esta ser de natureza planeada ou não planeada. Este assunto irá ser abordado em mais pormenor ao longo do trabalho.

Na limpeza e higiene, cada situação deverá ser avaliada individualmente, pois esta irá depender do fim a que se destina o edifício, pois são uma consequência da sua utilização.

Outro aspeto também bastante importante é a questão das emergências. Consideram-se emergências como falhas no funcionamento vital para o seu desempenho normal, podendo estas ser de dois tipos. Existem as emergências técnicas que se devem a falhas de aspeto técnico, tais como abastecimento de água, energia elétrica, etc.

Existe a emergência accidental que se entende pela ocorrência de falhas devido a causas naturais, tais como incêndios, sismos, entre outros. Este tipo de emergência, devido à sua natureza improvável tem uma baixa frequência de ocorrência.

A segurança, citando (Maurício, 2011) é um dos fatores mais importantes no que toca às necessidades básicas dos seres humanos e, por isso, é importante que o gestor do edifício tenha este processo como um dos principais, sendo a sua satisfação de vital importância para a normal utilização do edifício.

A identificação de desconfortos funcionais revela-se como uma tarefa fundamental na prevenção de futuras patologias pois, uma das causas de degradação e, como tal, fonte de custos, é justamente a utilização inadequada de edifícios. Cabe pois ao gestor, estar atento aos sintomas de incompatibilidade entre os utilizadores e o edifício que, em geral, se revelam

devido a sobreutilização das instalações ou a utilização disfuncional dos espaços. (Rodrigues, 2001)

Por fim, temos o processo do cumprimento legal, em que o gestor é responsável pelo cumprimento da legislação e normas legais em vigor em tudo o que diz respeito ao edifício. Este deve dar o seu contributo desde o planeamento da obra para acautelar possíveis infrações legais. Durante a fase de gestão do edifício deve assegurar o cumprimento das disposições legais, como por exemplo, a verificação das normas de inspeção dos elevadores e, no caso de alguma alteração no edifício, deve assegurar a conformidade com as disposições legais em vigor.

Gestão Económica

A forma como se encaram os custos de um edifício tem vindo a mudar e, se é verdade que anteriormente se considerava o custo inicial como o maior dos esforços financeiros, também é verdade que atualmente essa ideia se encontra ultrapassada. A mudança de mentalidade dos intervenientes, sobretudo do dono de obra, para uma maior preocupação com a rentabilidade do edifício, provocou uma maior consciencialização para os diversos custos diferidos durante o tempo de vida útil do edifício. Já não se considera apenas a solução menor o custo inicial, mas sim aquela que apresente condições económicas mais vantajosas para todo o tempo de vida do edifício.

Segundo (Maurício, 2011) citando John & Cremonini (1989) as despesas anuais com os custos de exploração são cerca da 1% a 2% do custo atual de construção do edifício. (Alves, 2008) também corrobora esta ideia citando Silva (2003) que apresenta dados que mostram que cerca de 80% do custo global de um edifício corresponde à utilização e manutenção deste

como podemos ver na figura 4. Sobrando apenas 20% para as partes de conceção e execução. Segundo ainda outro estudo realizado por (Lavy, 2008) para edifícios com tempo de serviço para 100 anos os custos de construção são de 17% de todo o custo do ciclo de vida do edifício. Torna-se portanto, uma atividade fundamental.

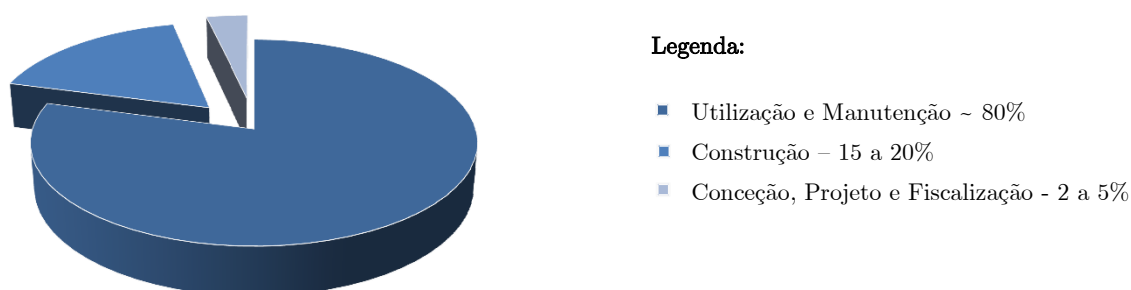


Figura 4 - Percentagens de Custos Globais de um Edifício (Adaptado de (ALVES, 2008))

É então na gestão dos custos diferidos que segundo (Rodrigues, 2001) se centra a atividade económica do gestor, podendo-se dividir nos seguintes custos diferidos:



Figura 5 - Processos de Gestão Económica (Rodrigues, 2001)

Os custos de manutenção estão diretamente relacionados com o processo de manutenção em si. Este estará dependente do tipo de intervenções a aplicar escolhidas na estratégia.

Os custos de exploração são segundo (Maurício, 2011) o caso onde esta especificidade é mais relevante, devido a serem necessárias criar condições ao funcionamento de um local de trabalho com o mínimo conforto, condições essas que passam por encontrar as melhores soluções térmicas, acústicas e visuais possíveis.

Os custos de utilização são referentes aos custos para que o edifício possa encontrar-se em serviço. Temos como exemplo as atividades de limpeza e higiene.

Os custos financeiros são, segundo (Maurício, 2011), referentes na maioria dos casos, à utilização em sistemas de locação, de instalações de suporte ao edifício. Segundo (Rodrigues, 2001) são custos que geralmente se manifestam desde a fase de planeamento até à utilização, mas nem por isso, deixando de ser uma atividade da gestão.

Os custos fiscais são os custos resultantes das responsabilidades fiscais que a implantação do edifício acarreta. Responsabilidades fiscais de registo ou transação e de utilização.

Gestão Funcional

A atividade funcional comporta todas as atividades do gestor com vista ao correto funcionamento do edifício por parte dos utentes. O gestor deve estabelecer regras para um uso correto e harmonioso do edifício (Alves, 2008). O principal foco de atenção do gestor é nos deveres e obrigações dos utentes.

Segundo (Rodrigues, 2001) a atividade funcional é subdividida nos seguintes processos:

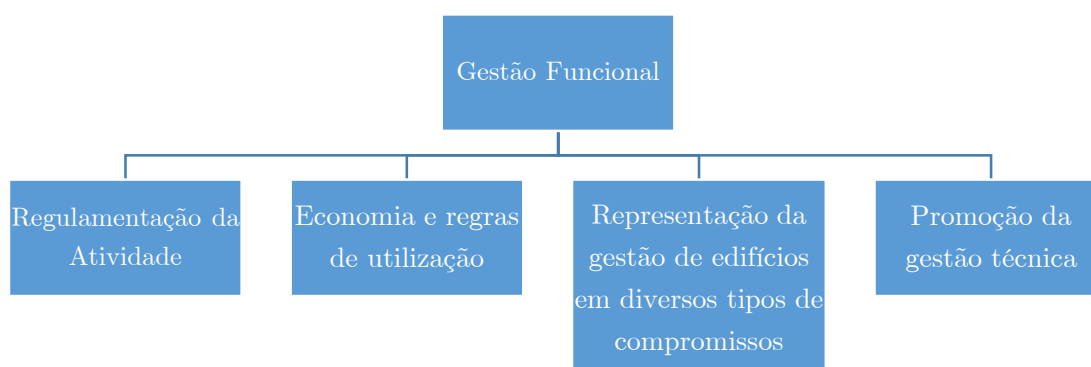


Figura 6 - Processos da Atividade Funcional (Rodrigues, 2001)

A realização destes processos está intimamente ligada ao tipo de edifício a que se destina, podendo dividir-se em três grandes grupos:

- Edifícios de Habitação
- Edifícios Públicos
- Edifícios Industriais

2.1.3 - Políticas e Estratégias de Manutenção

A entidade que procede à gestão da manutenção de um parque edificado deve estabelecer a política de manutenção. A sua definição depende da estratégia de gestão do património adotada e das características do universo dos edifícios que constituem o parque edificado, nomeadamente, tipo e uso, dimensão e complexidade funcional e dispersão geográfica dos edifícios. (Silva S. , 2010)

A definição e implementação de políticas, permite que a gestão de instalações seja praticada de forma mais estruturada, com vista a apoiar nos seus processos de decisão, tendo por base as definições estratégicas de gestão de instalações.

Segundo (Silva S. , 2010) citando o relatório, *Estimation of the need to spend on maintenance and management in the Local Authority housing stock*, a definição das estratégias de manutenção passa por conseguir um equilíbrio entre as atividades de manutenção planeadas e as não planeadas, sendo que a entidade gestora deve dar uma maior ênfase à execução das atividades planeadas, manutenção preventiva.

Dada a diversidade de edifícios existentes, deve ser escolhido o tipo de manutenção dependendo das características do edifício, como por exemplo, o nível de necessidade, disponibilidade e fiabilidade do edifício, não devendo ter o mesmo nível de cuidados para edifícios com finalidades completamente distintas.

Podem considerar-se dois tipos de manutenção, a manutenção planeada, ou proactiva, e a manutenção não planeada, ou corretiva.

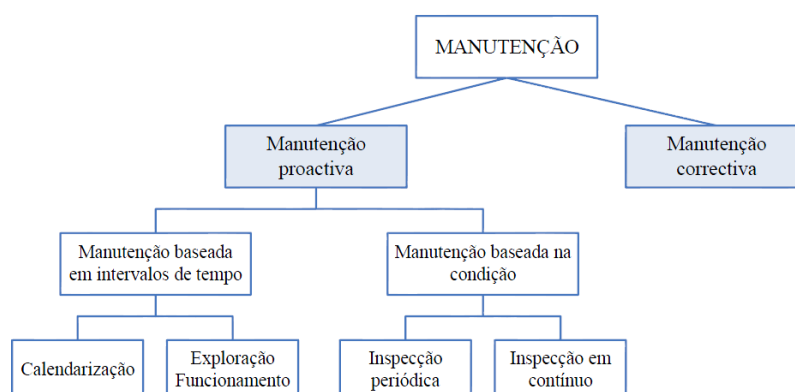


Figura 7 - Estratégias de Manutenção (Silva, 2010)

Manutenção Proactiva ou Preventiva

Quando existe um planeamento prévio das atividades a desenvolver, como a realização de inspeções, a avaliação do estado de conservação dos edifícios e a execução de subsequentes trabalhos de reparação dos diversos elementos, e existe o registo de todas estas atividades, que se repetem sistemática e periodicamente, a manutenção diz-se de carácter preventivo (OLA, 2000; BRE, 2003). (Silva S. , 2010)

O objetivo da estratégia de manutenção preventiva é o de planear e atuar previamente, de forma a reduzir a probabilidade de determinado elemento apresentar falhas que ponham em causa o seu funcionamento ou que possa até mesmo provocar consequências devastadoras.

Existem vários autores a apresentar diferentes divisões das estratégias de manutenção, neste trabalho será apresentado a que (Silva S. , 2010) apresenta no seu trabalho, baseando as suas afirmações em Hallberg.

Segundo (Silva S. , 2010) citando Hallberg, a manutenção preventiva pode ser dividida em duas sub-estratégias: manutenção baseada em intervalos de tempo pré-definidos e a baseada

na condição. Na primeira, as ações de manutenção são realizadas em intervalos de tempo específicos, independentemente do estado de conservação do elemento. A sua realização pode ser planeada para a altura mais conveniente, não necessita de data fixa, no entanto este método requer a existência de conhecimento e experiência sobre o risco de falha e a vida útil (de serviço) dos componentes.

Quanto à manutenção baseada na condição, neste caso pretende-se detetar sinais (indicadores) de degradação ou de ocorrência de pequenas falhas, de forma que se possam adotar as medidas necessárias antes da ocorrência de falhas mais graves. Existem diversos métodos de observação e inspeção do estado de conservação do elemento, mas que se dividem em: inspeções periódicas e inspeção e observação contínua (monitorização através de sensores). A realização de ensaios constitui uma terceira possibilidade que ocorre, no entanto, em casos mais excecionais (Silva S. , 2010) citando Hallberg.

Tabela 1 Vantagens e Desvantagens da Manutenção Preventiva (Adaptado de Maurício, 2011 Citando Flores, 2002)

Vantagens	Desvantagens
Permite planejar as operações de manutenção e os seus custos;	Requer uma análise logo na fase de projeto, com dados de suporte e um controlo rigoroso e planeado;
Reduz o incómodo da execução dos trabalhos previstos;	Corre-se o risco de o plano de manutenção escolhido não se encontrar enquadrado na realidade.
Origina, geralmente, uma maior satisfação dos utentes.	

Manutenção Reativa ou Corretiva

A manutenção é corretiva quando existe a necessidade de proceder a reparações de pequenos elementos e que, não tendo um carácter urgente, não podem aguardar pela manutenção geral. É acionado para dar resposta a situações de ocorrência de falhas. (Silva S. , 2010)

Atualmente é o tipo de intervenção que mais se verifica no nosso país, sendo esta situação devida, na sua grande maioria, à falta de planeamento, à inexistência de uma manutenção periódica e à falta de conhecimento que por parte dos intervenientes dos custos e, de que por força da necessidade de execução urgente da operação, esta pode ser erradamente executada e tornar-se no futuro uma patologia.

A manutenção corretiva é usada nos casos em que a preventiva não é economicamente justificável, isto é, quando as atividades são demasiado dispendiosas quando comparadas com as consequências económicas decorrentes da sua falha e execução da correção

Ainda segundo o relatório *Estimation of the need to spend on maintenance and management in the Local Authority housing stock* citado por (Silva S. , 2010), constata-se que a atividade de manutenção não planeada, sobre um dado componente isolado, tem custos invariavelmente superiores, à execução desse mesmo trabalho quando incluído num “pacote” de trabalhos previamente planeado e executado.

Tabela 2 Vantagens e Desvantagens da Manutenção Reativa (Adaptado de Maurício, 2011 Citando Flores, 2002)

Vantagens	Desvantagens
Reparação de todo o tipo de anomalias;	Dificuldades em intervir perante várias situações urgentes - falta de planeamento;
Inexistência de manutenção pró-ativa, o que pode levar à não existência de custos desnecessários, no caso de esta ser preventiva, e perda de tempo e dinheiro com inspeções, no caso de esta ser preditiva.	Rápida degradação de alguns elementos dos edifícios por inexistência de denúncia por parte dos utentes ou porque se tratam de situações cuja preparação é onerosa;
	Recurso a empresas para intervenções e, deste modo, inexistência ou insuficiência de meios capazes de dar resposta atempada;
	Custo, geralmente, mais oneroso.

2.1.4 – *Facility Management* na Gestão e Manutenção dos Edifícios

A atividade da gestão de instalações teve por bastante tempo muito pouco interesse por parte dos intervenientes no processo de edificação. O principal motivo desta falta de interesse por parte destes estava na falta de visão a longo prazo que tinham para o edifício. O dono de obra considerava o preço de construção como o maior dos seus encargos esquecendo-se que o custo global do edifício (*Whole Life Cost* - WLC) é bem mais do que isso.

O termo *Whole Life Cost* tem sido bastante confundido com outro termo *Life Cycle Cost* (LCC), criando alguma confusão com os seus significados, sendo por isso importante fazer aqui essa distinção. Em 2008, foram publicados dois documentos para resolver esta situação, a “BS / ISO 15686-5 Edifícios e ativos construídos” e um suplemento para o Reino Unido. (Dixon, 2008)

O termo WLC refere-se a uma metodologia para a análise económica sistemática de todos os custos de toda a vida do edifício. Existe ainda outra definição em que diz que o WLC é

uma “avaliação económica considerando que todos concordaram com os fluxos de custo relevantes e significativos previstos ao longo de um período de análise, expresso em valor monetário. Os custos previstos são os necessários para atingir níveis de desempenho definidos, incluindo a segurança, fiabilidade e disponibilidade.” (Dixon, 2008)

Por sua vez, o LCC é o custo de um ativo, ou a sua parte em todo o ciclo de vida ao cumprir os requisitos de desempenho. (Dixon, 2008) citando a norma ISO 15686-5³.

Resumidamente, os custos do LCC são aqueles associados diretamente com a construção e operação do edifício, enquanto os custos do WLC incluem outros custos, como renda da terra, desde os custos de construção e apoio associados à atividade dentro do edifício (Dixon, 2008), como exemplifica a figura 8.

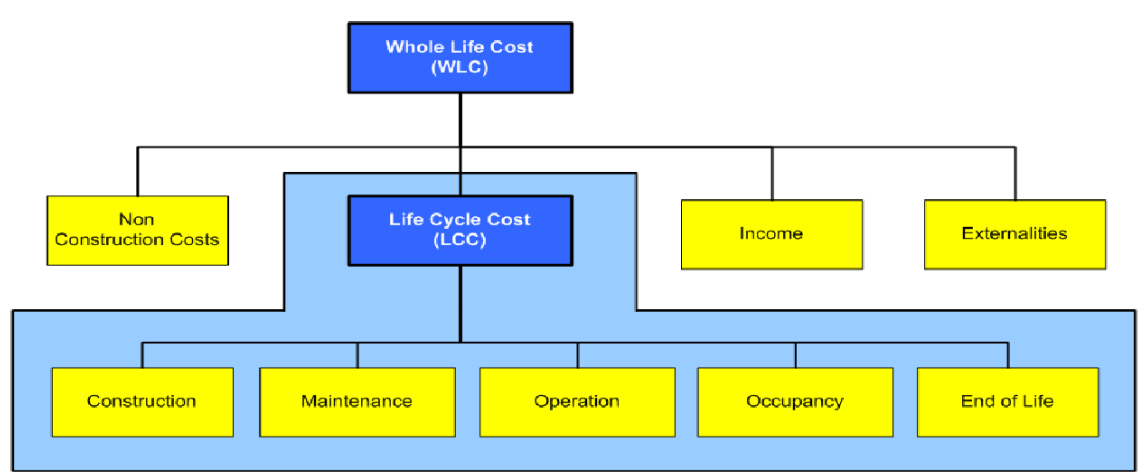


Figura 8 - Diferenças Entre WLC e LCC [Adaptado de (GREEN, 2009)]

Como para este tema, o LCC tem um maior interesse, demonstra-se de seguida a forma como o LCC pode ser calculado segundo a norma ISO 15686 – 5.

$$C_t = C_c + C_{mp} + C_{mc} + C_s + C_e$$

³ BS ISSO 15686-5 (2008) Prédios e bens construídos. Planeamento de vida útil. Custo do ciclo de vida.

Onde:

- C_t – Custo do ciclo de vida do edifício(LCC);
- C_c – Custo de construção;
- C_{mp} – Custo em manutenção preventiva;
- C_{mc} – Custo em manutenção corretiva;
- C_s – Custo de substituição;
- C_e – Custo de exploração.

Outro dos fatores que contribuiu para a falta de reconhecimento da importância do FM para a performance e sucesso de uma empresa, é a sua colocação a nível estratégico, dado este não ser um departamento nuclear, mas sim um serviço de suporte para as operações de negócio de uma empresa. Apenas quando as instalações começaram a merecer um maior reconhecimento pela sua importância no cumprimento dos objetivos por parte da empresa, começaram a ter uma grande influência na eficácia de uma organização, é que esta atividade começou a ser amplamente estudada.

No entanto segundo (Lavy, 2008) e (Nik-Mat, Kamaruzzaman, & Pitt, 2011), o FM não deve ser limitado a melhorar o desempenho físico, a aparência e os sistemas do edifício, pois também pode aumentar o nível de satisfação que os utentes sentem enquanto permanecem no edifício, e melhorar a eficiência com que o edifício é mantido e operado. Este dado mostra-se ainda com maior interesse para os casos em que o negócio é bastante afetado pela imagem que o edifício deixa nos utentes e clientes, como é o caso de centros comerciais e lojas de comércio.

No entanto esta mentalidade está a mudar e segundo (Maurício, 2011) é cada vez mais frequente encontrar intervenientes preocupados não só com o curto espaço de tempo, mas

também com o futuro, quer em termos de custos, durabilidade e até adaptabilidade dos edifícios, sendo que isto implica, obrigatoriamente, que o processo de manutenção seja pensado e discutido em fases iniciais do processo construtivo e não apenas após a construção do edifício.

Torna-se portanto claro que uma das principais tarefas do FM é o planeamento do ciclo de vida da edificação, que se inicia com o desenvolvimento do projeto e termina com a sua demolição após o final da sua operação. Os custos de exploração podem ser mais facilmente influenciados na fase do planeamento, uma vez que, na fase de utilização, somente é possível em pequenas proporções ou com grandes gastos adicionais, impondo novos investimentos. (Tavares, 2009)

O planeamento da Gestão de Instalações deverá considerar todo o tipo de problemas, desde a regulação financeira até à gestão de pessoas. Isto porque segundo (Lavy, Garcia, & Dixit, 2010) a gestão de instalações mal executada pode resultar em instalações inadequadas para o seu propósito, ou mesmo em excessos que em nada ajudam no cumprimento da missão da organização, inadequação e indisponibilidade de instalações para necessidades futuras. Por outro lado, uma abordagem correta oferece o suporte necessário para a missão da organização, realização de futuros requisitos da instalação, maior eficiência de custos e capacidade de antecipar resultados de decisões de gestão correntes.

Um dos conceitos do FM que também é bastante importante para a correta prestação de serviços é o de *Facilities Management Agreement* (FMA). Este contrato é segundo a norma EN 15221-1⁴ um “acordo escrito ou oral, indicando os termos e condições para a prestação de serviços de instalação entre um cliente e um provedor de serviço interno ou externo”. São

⁴ CSN EN 15221-1(2006) *Facility Management* - Part 1: Termos de Definições

contratos entre o cliente e o prestador de serviços onde são estabelecidos quais os serviços que devem ser prestados.

Antes de proceder à realização de um acordo, é necessário ter em atenção tudo o que foi referido anteriormente, pois este irá variar conforme a tipologia dos edifícios e consequentes necessidades de contratar um ou mais prestador de serviços derivado das suas características específicas que possa conter. A norma EN 15221-2⁵ refere as características principais de um FMA, que são:

- Definição do tempo de preparação e recursos a utilizar;
- Definição de uma mutualidade de benefícios;
- Definição dos objetivos estratégicos;
- Definição dos componentes necessários ao acordo;
- Definição das considerações sobre a preparação do acordo.

Os *outputs* do FMA devem ser por exemplo os indicadores chave desempenho (KPI's), que serão abordados mais a frente e os *Service Level Agreement* (SLA).

Enquanto o FMA estabelece as cláusulas gerais de prestação de serviços, o SLA especifica essas cláusulas para cada um dos vários elementos que façam parte desse acordo. O principal objetivo de um sistema de contratação do tipo SLA é manter o nível de serviço elevado nos serviços por ele abrangido (Maurício, 2011).

Segundo (Maurício, 2011) um SLA completo deve incluir informação sobre duas áreas principais: os serviços e a gestão, como se pode ver na tabela 3.

⁵ CSN EN 15221-2 (2006) *Facility Management* - Part 2: Diretrizes sobre como preparar acordos *Facility Management*

Tabela 3 Especificidades a Existir num SLA (Adaptado de Maurício 2011)

Serviços	Gestão
Definir com clareza quais os serviços a prestar, sem que exista espaço para dúvidas;	Definição de padrões e métodos de medição de indicadores;
Condições de disponibilidade do serviço;	Definição de processos de resolução de litígios;
Tempo de revisão para cada alteração dos níveis de serviço;	Definição de cláusulas de indemnização com a intenção de proteger o cliente;
Definição de responsabilidades.	Definição de mecanismos de atualização do contrato.

Uma correta aplicação dos conceitos abordados anteriormente trará benefícios às organizações. Os principais benefícios de abordagens de gestão das instalações em organizações segundo a norma EN 15221-1 são:

- Comunicação clara e transparente entre o lado da procura e da oferta, dedicando pessoas como ponto único de contato para todos os serviços, que são definidas num *Facility Management Agreement* (FMA);
- O uso mais eficaz de sinergias entre os diferentes serviços, que vão ajudar a melhorar o desempenho e reduzir os custos de uma organização;
- Conceitos simples e administráveis de responsabilidades internas e externas de serviços, com base em decisões estratégicas, o que leva a procedimentos sistemáticos de *insourcing* ou *outsourcing*;
- Redução de conflitos entre prestadores de serviços internos e externos;
- Integração e coordenação de todos os serviços de apoio necessários;
- Conhecimento transparente e informações sobre os níveis de serviços e custos, que podem ser claramente comunicadas aos usuários finais;
- Melhoria de sustentabilidade da organização através da implementação de uma análise de ciclo de vida para as instalações.

2.1.5 - Indicadores de Desempenho da Manutenção

Depois da organização ter definido a sua missão, identificado todos os seus *stakeholders* e definidas as suas metas, é necessário uma forma de medir o progresso feito (Lavy, 2008 citando Cox et al, 2003). É desta necessidade que surgem os Indicadores Chave de Desempenho, (*Key Performance Indicators* - KPI). Eles são uma ferramenta usada para medir o progresso feito no sentido de alcançar os objetivos que a organização traçou.

Segundo (Lavy, 2008) esta é também uma das principais funções de um gestor de instalações. Este deve usar as ferramentas necessárias para aumentar o seu desempenho e visibilidade dentro da organização, gerindo da melhor maneira todos os conflitos de interesses e exigências colocadas pela administração. O gestor de instalações deve desenvolver indicadores que lhe permitam assegurar condições de negócio, tais como o funcionamento da organização ou como o FM está a contribuir para a eficácia global da organização. De realçar que os indicadores devem sempre seguir os objetivos da organização. Visto que os objetivos das organizações são normalmente a longo prazo, a definição de quais os KPI usar não varia frequentemente, no entanto, para alguns KPI mais particulares tal pode não se verificar.

Os resultados dos KPI são posteriormente usados para *benchmarking*, que se refere à aplicação de procedimentos eficientes e implementar as melhores soluções para os problemas identificados (Lavy, 2008). O *benchmarking* é o processo de comparação entre dois ou mais sistemas, que a organização utiliza. A realização de *benchmarking* quer a nível interno ou externo, tem como objetivo comparar os resultados de medições quantitativas do desempenho global da construção do edifício, desempenho quantitativo de um sistema específico ou dos recursos usados para o sistema na perspetiva da comparação entre *insourcing* vs *outsourcing* e para a previsão das necessidades de manutenção num horizonte de 5 a 10 anos (Moreira, 2011).

Segundo a norma EN 15341⁶ devem usar-se estes indicadores quando o desempenho real ou esperado não sejam satisfatórios, permitindo assim à organização:

- Medir o estado;
- Avaliar o desempenho;
- Comparar o desempenho;
- Identificar os pontos fortes e fracos;
- Os objetivos definidos;
- Planear estratégias e ações;
- Divulgar os resultados, a fim de informar e motivar as pessoas;
- Controlar o progresso e as alterações ao longo do tempo.

Indicadores de Desempenho para a Manutenção Segundo Shohet⁷

Ao longo dos últimos anos foi desenvolvido por Shohet um conjunto de estudos em dezassete unidades hospitalares do seu país, Israel, onde estudou os seus processos de manutenção (Ribeiro, 2012). Com a informação proveniente do estudo realizado foi possível definir alguns indicadores de gestão da manutenção relacionados com as exigências funcionais dos espaços, áreas de construção, idades médias de construção, taxas médias de ocupação, valor das despesas de manutenção e constituição e organização dos recursos humanos afetados a esta atividade.

O estudo deu origem ao desenvolvimento de onze indicadores, agrupados em quatro categorias:

- Parâmetros de caracterização;
- Indicadores de desempenho e organização;
- Indicadores de desempenho do edifício;
- Indicadores de eficiência da manutenção.

⁶ EN 15431 (2007) Maintenance: manutenção dos indicadores chave de desempenho.

⁷ Igal Shohet, investigador do Departamento de Engenharia Civil e do Ambiente do Instituto Tecnológico de Israel.

Tabela 4 - Indicadores de Desempenho Apresentados por Shohet (Shohet, 2006)

Categorias	Indicadores de Desempenho de Shohet
Parâmetros de caracterização	$S_1 = \text{Área do estabelecimento (m}^2\text{)}$
	$S_2 = \text{Taxa de ocupação (\%)}$
	$S_3 = \text{Idade da construção (anos)}$
Indicadores de desempenho da organização	$S_4 = \frac{\text{Recursos Humanos de manutenção}}{\text{m}^2 \text{ de área construída}}$
	$S_{51} = \frac{\text{Recursos Humanos internos de manutenção}}{\text{Recursos Humanos de manutenção}} * 100$
	$S_{52} = \frac{\text{Recursos Humanos externos de manutenção}}{\text{Recursos Humanos de manutenção}} * 100$
	$S_6 = \text{Organigrama (Equipa de gestão/Equipa no terreno)}$
	$S_7 = \text{Tipo de estrutura (gestão tradicional ou inovadora)}$
Indicador de desempenho do edifício	$S_8 = BPI = \sum_{n=1}^{10} P_n * W_n$ <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>P_n – Estado de conservação do sistema</div> <div>W_n – Ponderação do sistema em análise</div> </div>
Indicadores de eficiência da manutenção	$S_9 = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{m}^2 \text{ de área construída}}$
	$S_{10} = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{N}^\circ \text{ de utentes}}$
	$S_{11} = MEI = \frac{AME}{AC_y} * \frac{1}{BPI} * \frac{1}{OC} * ic$ <p> AME – Despesa anula em manutenção AC_y – Coeficiente de idade para o ano y OC – Coeficiente de ocupação </p>

Os parâmetros de caracterização têm como principal função caracterizar o património existente, utilizando a área do estabelecimento, a taxa de ocupação e a idade de construção.

Os indicadores de desempenho nas organizações são maioritariamente utilizados para entender qual a importância e o modo como a execução é executada na gestão da manutenção da organização (Maurício, 2011).

O indicador de desempenho do edifício permite classificar o estado físico do edifício, devendo para o cálculo ser decomposto pelos elementos, neste caso 10.

Os indicadores de eficiência da manutenção têm como principal objetivo compreender qual a eficácia da gestão da manutenção utilizada.

Indicadores de Desempenho para a Manutenção Segundo a EN 15341⁸

De forma a abranger todos os aspetos da manutenção, a norma EN 15341 de 2007 define 71 indicadores que depois subdivide por três grupos:

- Económico (24);
- Técnico (21);
- Organizacional (26).

Tabela 5 - Organização dos Indicadores de Desempenho EN 15341 (Adaptado EN 15341)

		Nível do Indicador		
		Nível 1	Nível 2	Nível 3
Grupo de Indicadores	Indicador Económico	E1; E2; E3; E4; E5; E6;	E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14;	E15; E16; E17; E18; E19; E20; E21; E22; E23; E24;
	Indicador Técnico	T1; T2; T3; T4;	T5; T6;	T7; T8; T9; T10; T11; T12; T13; T14; T15; T16; T17; T18; T19; T20; T21;
	Indicador Organizacional	O1; O2; O3; O4; O5; O6; O7; O8;	O9; O10;	O11; O12; O13; O14; O15; O16; O17; O18; O19; O20; O21; O22; O23; O24; O25; O26;

⁸ EN 15431 (2007) Maintenance: manutenção dos indicadores chave de desempenho.

Antes de proceder à realização dos indicadores deve-se ter cuidado no uso dos fatores, quer sejam internos ou externos à organização. Isto porque, estes podem ter reflexos no desempenho da manutenção, o que se vai refletir nos indicadores de desempenho. Esses fatores podem ser devidos à sua localização, hábitos culturais, legislação em vigor, entre outros.

Indicadores Económicos

Os indicadores económicos são aqueles que, provavelmente, aos gestores mais interessam. Estes indicadores baseiam a sua análise em variados tipos de custos, entre os quais é possível evidenciar o custo total de manutenção (CTM), o custo (valor) de substituição, o custo total da manutenção corretiva, preventiva e condicionada. (Maurício, 2011)

A lista completa de indicadores de desempenho económico presente na norma EN 15341 encontra-se no anexo 1.

Tabela 6 - Extrato da Lista de Indicadores Económicos da EN 15341

Nível	Indicador de Desempenho Económico
1	$E_1 = \frac{\text{Custo total de Manutenção}}{\text{Custo de substituição}} * 100$
2	$E_3 = \frac{\text{Custo total de Manutenção}}{\text{Output de Operações}}$
	$E_8 = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Internos}}{\text{Custo Total de Manutenção}} * 100$
	$E_9 = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Externos}}{\text{Custo Total de Manutenção}} * 100$
3	$E_{15} = \frac{\text{Custo Total de Manutenção Corretiva}}{\text{Custo Total de Manutenção}} * 100$
	$E_{16} = \frac{\text{Custo Total de Manutenção Preventiva}}{\text{Custo Total de Manutenção}} * 100$
	$E_{17} = \frac{\text{Custo Total de Manutenção Condicionada}}{\text{Custo Total de Manutenção}} * 100$

Indicadores Técnicos

Este grupo de indicadores dá informações quanto ao desempenho técnico das instalações e ativos em estudo, sendo por isso de grande importância para o técnico. A lista completa de indicadores de desempenho técnico presente na norma EN 15341 encontra-se no anexo 2.

Tabela 7 - Extrato da Lista de Indicadores Técnicos Da EN 15341

Nível	Indicadores de Desempenho Técnico
1	$T_1 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Funcionamento} + \text{Período de Tempo de Manutenção})} * 100$
	$T_2 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo Projetado})} * 100$
2	$T_5 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Funcionamento} + \text{Período de Paragem Devido a Falhas})} * 100$
	$T_6 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Funcionamento} + \text{Período de Paragem Devido a Manutenção Planeada})} * 100$
3	$T_7 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Planeada}}{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção}} * 100$
	$T_8 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Predeterminada}}{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção}} * 100$
	$T_9 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Condicionada}}{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção}} * 100$

Indicadores Organizacionais

Este último grupo de indicadores analisa com maior especificidade a organização e os seus trabalhadores, avaliando os que executam trabalhos de manutenção, o tempo gasto neste tipo de atividade e a sua produtividade. (Maurício, 2011) A lista completa de indicadores de desempenho organizacional presente na norma EN 15341 encontra-se no anexo 3.

Tabela 8 - Extrato da Lista de Indicadores Organizacionais da EN 15341

Nível	Indicadores de Desempenho Organizacional
1	$O_1 = \frac{\text{Números de Funcionários de Manutenção da Organização}}{\text{Número Total de Funcionários da Organização}} * 100$
	$O_2 = \frac{\text{Números de Funcionários de Manutenção Indiretos da Organização}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}} * 100$
	$O_3 = \frac{\text{Números de Funcionários de Manutenção Indiretos da Organização}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}} * 100$
2	$O_9 = \frac{\text{Produção do Trabalhador de Manutenção em Homens Horas}}{\text{Produção Total do Trabalhador em Homens Horas}} * 100$
	$O_{10} = \frac{\text{Pessoal da Manutenção por Turno}}{\text{Pessoal da Manutenção}} * 100$
3	$O_{18} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Preventivas}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{19} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações de Manutenção Condicionada}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{20} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações de Manutenção Predeterminada}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{21} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Período Extraordinário}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$

Indicadores de Desempenho para a Manutenção Segundo Silva⁹

Os indicadores de desempenho sugeridos por (Silva S. , 2010) são o resultado de um estudo realizado por esta para a sua tese de doutoramento. Nesta tese foram analisados um conjunto

⁹ Sónia Raposo Silva, investigadora do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

de estabelecimentos escolares de ensino básico do 1º ciclo em Lisboa. Tinha como finalidade a compreensão da eficiência das ações de manutenção realizadas nesses edifícios.

Estes indicadores dividem-se em três categorias, indicadores económicos, indicadores de desempenho e indicadores técnicos. São apresentados de seguida esses indicadores.

Tabela 9 Lista de Indicadores de Desempenho Económicos (Adaptado de Silva, 2010)

Lista de Indicadores de Desempenho Económicos	
$IE_1 = LCC'$	
$I_{E2} = \frac{LCC'}{m^2 \text{ de } A_b} \quad (€/m^2)$	
$I_{E3} = \frac{LCC'}{m^2 \text{ de } A_u} \quad (€/m^2)$	
$IE_4 = \text{Custo total de manutenção } (€)$	
$IE_5 = \text{Custo de manutenção anual } (€)$	
$IE_6 = \text{Custo de manutenção anual médio por utente } (€/aluno)$	
$IE_7 = \text{Percentagem do custo de manutenção face ao custo de construção}$	
$IE_8 = \text{Custo de manutenção anual dos elementos de construção } (€)$	
$IE_{81} = \text{Custo de manutenção anual da envolvente exterior } (€)$	
$IE_{82} = \text{Custo de manutenção anual da cobertura, rede de águas pluviais e claraboias } (€)$	
$IE_{83} = \text{Custo de manutenção anual do interior do edifício } (€)$	
$IE_{84} = \text{Custo de manutenção anual dos revestimentos e acabamentos } (€)$	
$IE_9 = \text{Custo de manutenção anual das instalações e equipamentos } (€)$	
$IE_{91} = \text{Custo de manutenção anual dos equipamentos sanitários } (€)$	
$IE_{92} = \text{Custo de manutenção anual da rede de abastecimento de água } (€)$	
$IE_{93} = \text{Custo de manutenção anual da rede de drenagem de águas residuais } (€)$	
$IE_{94} = \text{Custo de manutenção anual das instalações de aquecimento, ventilação e ar}$	
$IE_{95} = \text{Custo de manutenção anual no sistema de deteção, prevenção e combate a}$	
$IE_{96} = \text{Custo de manutenção anual no sistema anti-intrusão } (€)$	
$IE_{97} = \text{Custo de manutenção anual na rede de eletricidade } (€)$	
$IE_{98} = \text{Custo de manutenção anual na rede de abastecimento de gás } (€)$	
$IE_{99} = \text{Custo de manutenção anual nas instalações eletromecânicas - ascensor } (€)$	
$IE_{10} = \text{Custo de manutenção anual dos espaços exteriores } (€)$	

Tabela 10 Lista de Indicadores de Desempenho Técnico (Adaptado de Silva, 2010)

Lista de Indicadores Técnicos
IT1= Número de intervenções de manutenção a realizar no edifício ao longo de 50 anos
IT2 = Número de intervenções de manutenção a realizar no sistema de construção
IT21 = Número de intervenções de manutenção na envolvente exterior
IT22 = Número de intervenções de manutenção na cobertura, rede de águas pluviais e clarabóia
IT23 = Número de intervenções de manutenção no interior do edifício
IT24 = Número de intervenções de manutenção nos revestimentos e acabamentos
IT3 = Número de intervenções de manutenção a realizar nas instalações e equipamentos
IT31 = Número de intervenções de manutenção a realizar sobre equipamentos
IT32 = Número de intervenções na rede de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais
IT33 = Número de intervenções nas instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado
IT34 = Número de intervenções no sistema de deteção, prevenção e combate a incêndios
IT35 = Número de intervenções nno sistema anti-intrusão
IT36 = Número de intervenções na rede de eletricidade
IT37 = Número de intervenções na rede de abastecimento de gás
IT38 = Número de intervenções nas instalações eletromecânicas
IT4 = Número de intervenções nos espaços exteriores
IT51 = Número de modos potenciais de falha da cobertura plana e rede de águas pluviais
IT52 = Número de modos potenciais de falha dos vãos de janelas e portas exteriores
IT53 = Número de modos potenciais de falha da rede de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais e dos equipamentos sanitários

Tabela 11 Lista de Indicadores de Desempenho Organizacionais (Adaptado de Silva, 2010)

Lista de Indicadores de Desempenho Organizacionais
IO1 = Número de contratos de gestão por estabelecimento
IO2 = recursos humanos utilizados em inspeção e manutenção da cobertura plana (horas/equipa)

Como foi demonstrado durante o presente capítulo, o FM não é uma metodologia estanque, sempre precisou de evoluir de forma a acompanhar os novos desafios que foram surgindo com a evolução tecnológica e o aumento de exigência de maneira a proporcionar às organizações o suporte necessário.

Com a atual conjuntura económica, a necessidade de otimização dos recursos ganha uma especial importância, onde a gestão do edifício tem um enorme impacto dado o peso que esta tem no valor total do edifício.

É nesta necessidade de otimizar os processos utilizados, que surge o BIM. Não que o BIM tenha sido criado propositadamente para a aplicação do FM, mas porque existindo e tratando-se de uma ferramenta com um enorme potencial de prover melhorias nos processos, a sua fusão torna-se num passo natural.

De forma a um melhor entendimento das melhorias que a utilização do modelo BIM do edifício na sua gestão pode proporcionar, é necessário uma compreensão das bases e processos desta metodologia tão inovadora como é o caso do BIM.

2.2 – *Building Information Model*

2.2.1 – Panorama Nacional e Internacional

A tecnologia, aliada com a exigência de melhores projetos por parte dos proprietários, mais rápidos e baratos, e de processos mais eficazes, estão a impulsionar mudanças na indústria do projeto e construção. (Jernigan, 2007)

Em 1975 o Professor Chuck Eastman lançou um artigo onde descreveu um sistema onde “qualquer mudança da disposição do projeto deveria ser feita apenas uma vez para todos os futuros desenhos atualizarem. Todos os desenhos que derivam da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes”, ele denominou este conceito de “sistema de descrição do desenho” (Tjell, 2010). Esta foi a primeira referência ao que hoje é denominado por BIM. O termo surgiu cerca de 4 décadas depois deste artigo, em 2002, pelo arquiteto da Autodesk, Phil Bernstein.

O conceito BIM assenta, essencialmente, numa metodologia de partilha de informação entre todos os intervenientes, durante as várias fases do ciclo de vida de um edifício, desde a conceção até à desconstrução. Este modelo digital permite uma melhor gestão de todos os dados, ao aglomerar a informação de todos os intervenientes, este modelo será partilhado durante as várias fases do ciclo de vida do edifício, como mostrado na figura 9 (Lino, Azenha, & Lourenço, 2012).

O BIM é muito mais que apenas um modelo 3D do edifício, pois naquele modelo não se encontra um modelo puramente geométrico, mas sim todo um conjunto de informação sobre todos os elementos do edifício que permite ao seu utilizador realizar alterações, estudar opções, toda uma panóplia de possibilidades antes do edifício sequer começar a ser construído. (Esteves, 2012) afirma que um modelo BIM é acima de tudo uma base de dados

relativa às fases da vida de um edifício, desde o surgimento da ideia de o promover até à sua extinção.

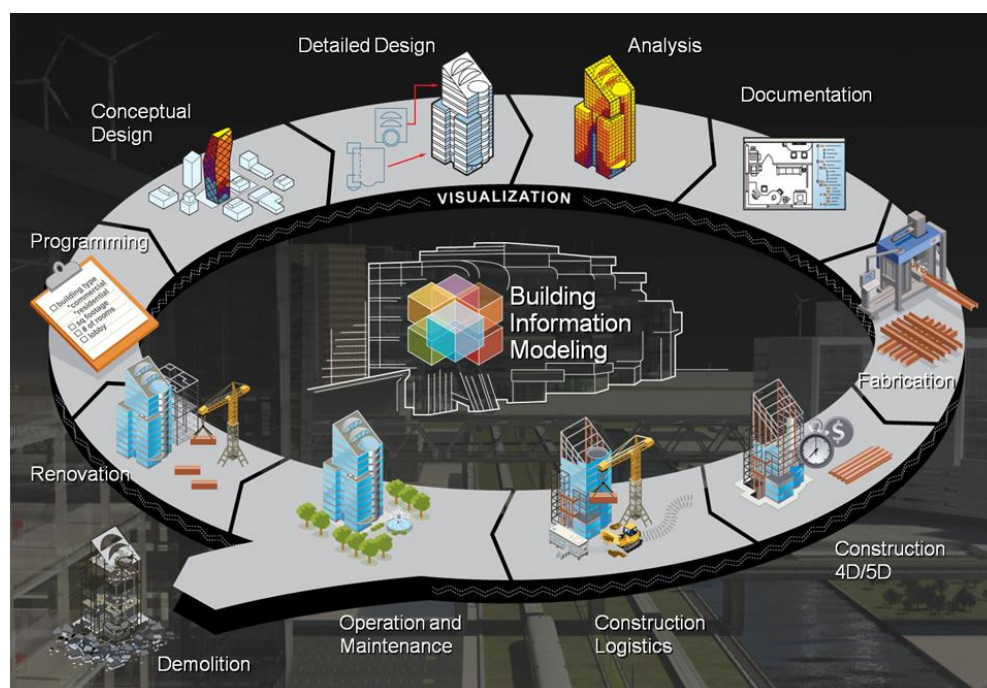


Figura 9 - O BIM no ciclo de vida do edifício (fonte autodesk)

Com o que já foi referido, torna-se perceptível que o BIM não é apenas mais um termo técnico ou a implementação de um novo *software*, o BIM está conotado com uma mudança de paradigma no processo de execução dos projetos de diferentes especialidades (Lino, Azenha, & Lourenço, 2012). Representa uma mudança na forma de trabalhar atual.

A indústria da AEC é constituída por uma grande diversidade de pessoas, de diferentes países, culturas e ideologias, o que torna complicada a tarefa de implementar algo novo. A implementação de uma nova forma de trabalho e, sobretudo forma de pensar, não é fácil. Existe uma natural inércia à mudança na maioria das pessoas, será sempre criada uma resistência, pois esta inicialmente trará o que alguns consideram como inconvenientes, pois terão de aprender novas técnicas, dominar novas ferramentas e sobretudo sair da sua “zona de conforto”.

Torna-se então necessário mostrar que o BIM tem realmente a capacidade de mudar, de uma forma positiva e construtiva, a forma como os processos de projeto, construção e gestão são feitos, mostrar o impacto do BIM no ciclo de vida do edifício.

A curva de MacLeamy (VICO, 2013) mostra que com a implementação desta mentalidade, os possíveis erros são detetados mais cedo, logo as respetivas alterações, são efetuadas no estado inicial da obra, onde a possibilidade de produzir impacto nos custos e aspetos fundamentais do projeto é maior. Aliás, no capítulo anterior já havia sido referido o fato de as alterações ao edifício terem menos impacto no custo do ciclo de vida do edifício se fossem realizadas no seu início.

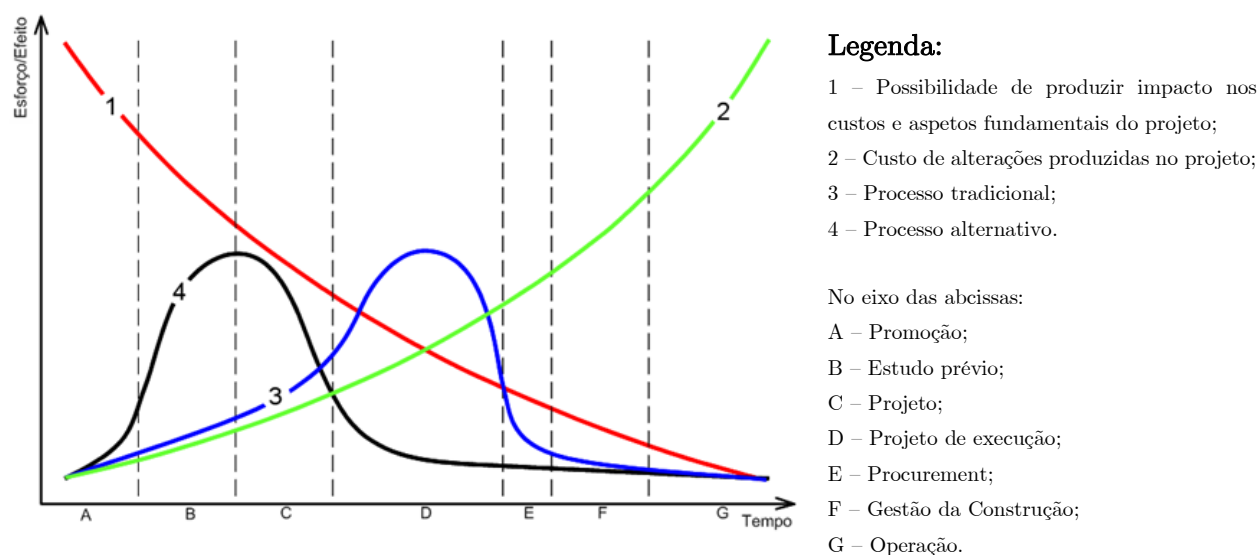


Figura 10 - Vantagens Decorrentes da Antecipação de Decisões de Projeto. Curva de MacLeamy.

Fonte (VICO, 2013)

O conceito chave é que esta equipa de projeto trabalhe em conjunto com as melhores ferramentas de colaboração à sua disposição para garantir que o projeto irá cumprir os requisitos do proprietário no menor espaço de tempo e custo possíveis. O proprietário também deve fazer parte desta equipa, ou nomear um representante de forma a ajudar a gerir todo o processo (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011).

Esta colaboração que a metodologia BIM pressupõe não é compatível com o processo de construção tradicional utilizado correntemente. Como é possível ver na figura 11 **FIGURA 11** o processo de construção tradicional torna-se confuso, pois não existe uma plataforma comum a todos os intervenientes, existem diversos canais de comunicação entre eles, o que proporciona mais falhas de comunicação, maior possibilidade de perda de informação, transmissão de informação mais demorada, redução da duplicação dos trabalhos, entre tantos outros.

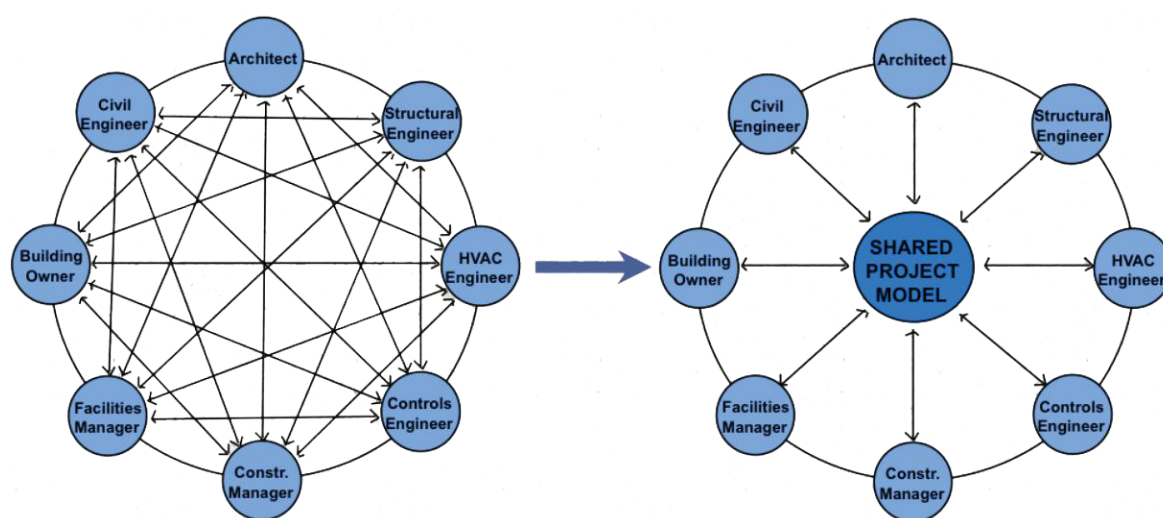


Figura 11 - Comunicação entre os Intervenientes no Método Tradicional e com o IPD (Adaptado de (KIVINIEMI, 2010))

Com o BIM existe o que se denomina de *Integrated Project Delivery* (IPD), que representa o segundo modelo da figura 11, onde existe um modelo central de informação que gere a informação e coordena todos os intervenientes. A estes modelos virtuais são fornecidos dados, que quando partilhados com todos os outros intervenientes irão reduzir os erros e potencializar as instalações.

A presença do modelo nas diferentes fases do ciclo de vida do edifício é conseguida através de um conceito que também está a ganhar cada vez maior importância, as dimensões existentes, que dizem respeito ao âmbito dimensional do modelo. O modelo é representado

em 3D, mas no entanto existem outras dimensões, denominadas por “nD”, que representam a extensão da informação e aplicação do modelo ao longo do ciclo de vida.

Considerando o facto que o modelo foi pensado para refletir o processo construtivo, percebe-se que este terá forçosamente de sofrer alterações com o tempo, fruto da evolução natural da construção. O facto de o modelo possibilitar a visualização tridimensional em qualquer fase ao longo do tempo, implica que se considera uma quarta dimensão para o tempo, 4D. Na mesma sequência de ideias, sabendo que é possível associar custos ao modelo tridimensional e estando a análise económico-financeira associada às restantes quatro dimensões, surge uma quinta dimensão para os custos, 5D. (Monteiro, 2010)

Atualmente existe, apesar de menos explorada, a 6D, referente ao *Facility Management*, que é o cerne deste trabalho. O FM aborda, como já foi dito anteriormente, a parte final do ciclo de vida do edifício e foca-se em gerir o edifício depois de construído. Dado ser este o tema do trabalho, BIM-FM, será abordado mais à frente.

No entanto antes de abordar o que é o BIM-FM é necessário um primeiro entendimento das bases do modelo BIM. As diferenças entre o modelo tridimensional paramétrico utilizado e um simples modelo tridimensional. Existem dois conceitos que são os pilares que sustentam a existência do BIM, a modelação orientada por objetos e a interoperabilidade.

Este modelo BIM é feito tendo por base a modelação orientada por objeto, este conceito será mais aprofundado no decorrer do trabalho, mas o fato de os elementos do modelo serem paramétricos permite que os objetos estabeleçam relações entre si, se atualizem automaticamente após a alteração de alguma propriedade. Este conceito permite que sejam feitas alterações e estudadas hipóteses com um elevado nível de detalhe.

A interoperabilidade, representa a capacidade de comunicação entre os diversos *softwares* existentes, mas sobretudo a comunicação entre os diferentes intervenientes do processo construtivo. Um edifício é algo extremamente complexo, constituído por diversos tipos soluções, sendo extremamente complicado criar um ficheiro que consiga compreender todos os conceitos nas diversas soluções possíveis. Esta tarefa torna-se ainda mais complexa quando existem vários *softwares* existentes com a sua própria maneira de trocar informação.

Existe ainda um terceiro conceito que apesar de não sendo um pilar para a existência, é sem dúvida um pilar para que a metodologia seja exequível, o nível de desenvolvimento / *Level of Development* (LOD). Este ganha importância na forma como permite que o desempenho no trabalho seja otimizado e que permita a existência de coordenação nos requisitos pedidos. É importante definir qual o nível de detalhe necessário para cada um dos intervenientes.

2.2.2 – Relações Paramétricas

Como já referido anteriormente, o primeiro conceito BIM teve a sua aparição na década de 1970. Este começo está estritamente ligado com a aparição da modelação tridimensional.

A modelação do edifício em 3D foi desenvolvida no final da década de 1970, inícios de 1980. Este trabalho estava a ser desenvolvido por diferentes áreas, no entanto, a área da construção, devido a alguns fatores como os elevados preços dos sistemas, sistemas demasiado pesados para o poder computacional da época, alguns problemas na geração de desenhos e relatórios e a falta de conhecimento dos desenhadores, aliados à falta de reconhecimento dos benefícios por parte da indústria da construção levou a que esta adotasse o sistema de desenho CAD em 2D. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

A modelação paramétrica orientada por objetos foi sendo desenvolvida de seguida, na década de 1980, sendo que um dos grandes passos para a modelação paramétrica foi o reconhecimento de que várias formas poderiam partilhar parâmetros.

A modelação paramétrica orientada por objetos constitui uma das principais bases do BIM. Isto porque, resumidamente, é graças às características da parametrização que os objetos se relacionam entre si.

A parametrização de objetos oferece a forma de criar e editar a geometria que com o simples 3D não era possível. Apesar de no 3D ser possível criar e alterar a forma, cada objeto era tratado como um só, sem relação com os demais, cada aspeto de cada objeto deveria ser editado manualmente. A partilha de parâmetros entre objetos veio alterar a sua forma de relacionamento, o objeto ajusta-se automaticamente às alterações provocados nos elementos e nos elementos com que interagem.

A modelação paramétrica orientada por objetos não apresenta objetos com geometria e propriedades fixas, mas sim objetos com regras e parâmetros que determinam a geometria, bem como algumas propriedades e características não geométricas. São estes parâmetros e regras que se relacionam entre objetos e permitem que se atualizem automaticamente, o que é chamado de comportamento. Esta parametrização dos objetos e a sua atualização automática permitem a modelação de formas mais complexas. Usando o exemplo de Eastman “os limites de uma parede são definidos por planos da superfície do chão, da parede, do teto que a delimitam; como os objetos estão ligados parcialmente determinam a sua forma, em qualquer disposição. Se uma única parede é movida, todos aqueles que lhe estão em contacto também se devem atualizar. Isto é, alastrar a sua ligação de acordo com as alterações.” (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

No entanto, este ainda não era o estado mais avançado da parametrização, atualmente os *softwares* têm a capacidade de analisar as alterações que foram feitas nos objetos e escolher a ordem mais eficiente para os atualizar, definindo prioridades.

Para obter este resultado final são necessários cuidados na modelação do edifício, pois de forma a manter corretamente as ordens de prioridade devem-se usar os elementos apropriados para cada secção do edifício. Os elementos devem ser modelados conforme a utilização que estes terão na obra, deve ser preservada a sua natureza, chamando-se a esta classificação de classe ou família do objeto. Este é um fator essencial devido aos parâmetros que regem cada um desses elementos, cada família terá o seu próprio comportamento e associações.

“A classe do objeto permite a criação de qualquer número de casos do objeto, com formas que variam, dependendo dos parâmetros atuais e das relações com outros objetos. O sistema de classes de objeto predefine o que é uma parede, laje ou telhado, em termos de como eles interagem com outros objetos”. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011)

Assim sendo, o primeiro passo na modelação é definir a classe da família, de forma a estar incluído no seu contexto e assim poder seguir as regras e prioridades essenciais ao correto funcionamento da família. Este passo é fundamental para a correta modelação do edifício, no entanto, nem todos os elementos estão disponíveis diretamente no *software*, por vezes é necessária a criação de algumas famílias.

Cada *software* tem ferramentas próprias para a modelação, pois cada um deles tem o seu próprio conjunto de predefinições das classes dos objetos, com eventuais comportamentos diferentes programados dentro deles. É também possível obter famílias de objetos em sites especializados ou até mesmo junto de alguns fornecedores que também já disponibilizam a os seus produtos nestes formatos. É bastante importante para as organizações recolherem

famílias e criarem as restantes famílias de forma a criarem uma biblioteca de objetos rica para estabelecerem as suas próprias práticas. Esta temática da modelação dos objetos terá uma grande importância na componente prática deste trabalho, tendo por isso uma abordagem mais detalhada na aplicação do caso prático.

2.2.3 – Interoperabilidade

Outro dos pilares que permite a funcionalidade do BIM é a interoperabilidade. A interoperabilidade é, em resumo, a capacidade de comunicação e troca de dados entre diferentes aplicações. Este conceito ganha uma maior importância numa metodologia como o BIM, pois este defende a colaboração entre todos os intervenientes no projeto. Segundo (Lino, Azenha, & Lourenço, 2012) a colaboração e partilha entre os diversos intervenientes no processo, torna essencial a agilização da troca de dados entre sistemas diferentes e a correta transmissão de informação.

O ciclo de vida de um edifício é composto por uma sequência de fases, que não são independentes umas das outras nem têm ligações rígidas. Em cada uma dessas fases são criadas e utilizadas informações que serão posteriormente utilizadas e necessárias em todo o ciclo de vida do edifício, por diferentes intervenientes. (Martins, 2011)

Esta multiplicidade de intervenientes leva à utilização de vários *softwares* por cada um destes, o que se torna um grande problema no momento em que a informação é recolhida e trocada, e sendo aqui que surge a temática da interoperabilidade.

Esta característica é fundamental nas ferramentas concebidas para trabalhar em conjunto como parte integrante dum sistema para completar tarefas complexas. (Ferreira, 2011)

(citando Dana K. Smith) A interoperabilidade garante a transferência da informação entre *softwares* de forma que o ciclo não seja interrompido, suavizando assim os fluxos de trabalho.

Para se perceber melhor este conceito (Monteiro, 2010) dá o exemplo de conversa entre duas pessoas que falam diferentes línguas, muito pouca informação, ou nenhuma, irá ser filtrada pela outra pessoa. É o que se passa nas aplicações, se estas usarem diferentes linguagens, então a informação produzida por cada uma delas não será interpretada pela outra. No entanto, mesmo usando a mesma linguagem, uma aplicação poderá não conseguir interpretar informação referente a dados provenientes de funcionalidades exclusivas da outra aplicação.

No caso da metodologia BIM a interoperabilidade define-se como a capacidade de diferentes sistemas ou programas informáticos trocarem informação entre si, e de a reutilizar para diferentes objetivos. Este conceito é a base do sucesso de implementação do BIM. (Esteves, 2012)

O BIM, como referido anteriormente é uma autêntica base de dados de características físicas e funcionais do edifício, sendo por isso essencial que as aplicações consigam partilhar corretamente as informações nela contida, de forma a não criar uma repetição dos trabalhos na aplicação das características.

Com o crescente aumento do uso dos BIM e da quantidade de informação produzida, os problemas de interoperabilidade, foram conseqüentemente, agravados, no entanto está a ganhar cada vez maior importância. Foi então necessário criar uma plataforma de partilha que permitisse comunicação entre os diferentes *softwares*.

Das soluções possíveis a que mais se destacou e que atualmente centra a maioria dos esforços foi o desenvolvimento do modelo IFC (*Industry Foundation Classes*), que se encontra a cargo da *BuildingSmart*, inicialmente *International Alliance for Interoperability* (IAI), que

tem o propósito de desenvolver o formato. O IFC foi criado como um modelo aberto, de forma a permitir que as *softwarehouses* desenvolvam aplicações interoperáveis através do formato IFC.

O modelo ou esquema IFC é um modelo de dados *standard* que suporta a troca e gestão de dados durante o ciclo de vida do processo construtivo. O principal objetivo passa pela capacidade de transmissão de informação entre diferentes tipos de aplicações informáticas tendo como base a especificação formal de uma linguagem (Pedroto & Martins, 2012).

O IFC foi projetado para abranger todas as disciplinas, incluir e compartilhar toda a informação do edifício e sobre todo o seu ciclo de vida, desde a viabilidade e planeamento, através do projeto, construção, gestão do edifício e reabilitação ou demolição.

É importante referir, como referido anteriormente, que os objetos correspondem a produtos reais ou instruções para a construção, diferente dos sistemas CAD em que a sua principal preocupação era a geometria, com o BIM representa vários tipos de geometria e também relações, atributos e propriedades para diferentes comportamentos. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011) O que o IFC apresenta não é um modelo 3D, mas um formato completo de um modelo da construção. (Monteiro, 2010)

Como o modelo de dados IFC é cada vez mais adotado por diversas organizações governamentais, terá um impacto cada vez maior, sendo o seu aperfeiçoamento um fator cada vez mais importante. No entanto nota-se um abrandamento no lançamento de versões IFC, ao contrário daquilo a que se tinham proposto inicialmente de uma versão por ano, encontrando-se atualmente em vigor a versão IFC 2x4. Este acontecimento não estará ligado à falta de empenho na modernização do IFC, mas sim na complexidade que as ferramentas da indústria das AEC vão apresentando, evoluindo a um ritmo bastante elevado, tentando acompanhar as necessidades dos seus utilizadores, que exigem cada vez mais variedade de

opções. Outro fator a ter em conta é a maturidade da tecnologia BIM, esta ainda é razoavelmente recente. (Martins, 2011) afirma que a solução para a falta de interoperabilidade pode ser o ponto crucial para o prosseguimento da evolução da tecnologia na construção civil.

Este modelo em constante atualização, é apoiado por outros produtos disponibilizados pela buildingSmart, com especial ênfase para: *Information Delivery Manuals* – IDM; *International Framework for Dictionaries* – IFD; e *Model View Definitions* – MVD, definidos aquando da criação dos IDM (Pedroto & Martins, 2012) figura 12. Estes são mecanismos para certificar a implementação e o desenvolvimento de *software* compatível com o formato IFC. Esta certificação, realizada pela buildingSMART, dando garantias que ao utilizador que o *software* que está a utilizar satisfaz as normas IFC e clarifica o âmbito da sua interoperabilidade.

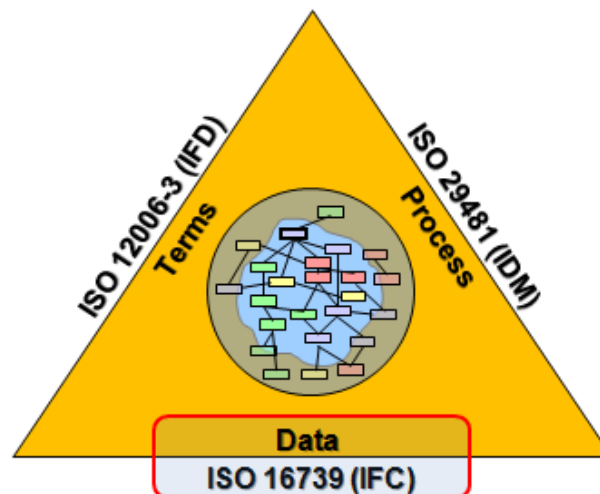


Figura 12 - Plataforma IFC (buildingSMART, 2013)

International Framework for Dictionaries – IFD

O IFD é em termos simples, uma norma para bibliotecas de terminologia ou definições.

A biblioteca IFD proporciona flexibilidade para um modelo de informação IFC de base BIM, permitindo a ligação entre o modelo e várias bases de dados com informações específicas do projeto e do produto. A biblioteca IFD permite: (Library, s.d.)

- Abrir-se para o enriquecimento do modelo que irá permitir a análise avançada, simulação e controlo do projeto em fases precoces;
- Proporcionar uma oportunidade real para gerar um IFC-BIM para fins operacionais e de manutenção com o armazenamento de dados específicos dos produtos;
- Fornecer um método viável de ligação dos sistemas existentes para um IFC-BIM;
- Fornecer recursos multilíngues e de tradução das informações num IFC-BIM.

É graças a este mecanismo que permite que os *softwares* sejam capazes de compreender os diferentes sistemas semânticos, adicionando ao IFC características e atributos para além das já existentes. (Pedroto & Martins, 2012)

Esta ferramenta ganha especial valor na elaboração de projetos internacionais ou, em que o projeto seja elaborado por intervenientes em diferentes países e que utilizem diferentes idiomas e expressões técnicas. Contribui para a existência uma melhoria significativa da interoperabilidade.

Information Delivery Manual – IDM

O IDM ou também conhecido como norma buildingSMART para processos, especifica quando certos tipos de informação são necessários durante a construção de um projeto ou operação de um ativo construído. Este também oferece especificações detalhadas da informação que um determinado utilizador (arquiteto, engenheiro entre outros) deve fornecer em determinada altura e agrupar as informações que são necessárias às atividades relacionadas. (buildingSMART, 2008)

O IDM captura e integra progressivamente processos de negócio, enquanto ao mesmo tempo, fornece especificações detalhadas das informações que um utilizador cumprindo um papel específico precisa oferecer num determinado ponto dentro de um projeto. (Grilo & Jardim-Gonçalves, 2010)

Identifica objetiva e univocamente o propósito associado ao processo ou item do processo de construção a definir. Nesta fase são normalmente especificados quais os fluxos de informação a serem disponibilizados ao longo de um determinado processo entre vários intervenientes. Ao concretizar estes requisitos, os IDM permitem melhorar, com base numa análise objetiva, os projetos de construção. (Pedroto & Martins, 2012)

Os IDM permitem ainda que a equipa responsável pela implementação de um sistema informático consiga obter *know-how* associado a quais os fluxos de informação que são necessários implementar e quais as trocas de dados a desenvolver. (Pedroto & Martins, 2012)

É importante salientar que, a fim de fazer um IDM operacional, este tem que ser suportado pelo *software*. A finalidade principal de IDM é a de assegurar que os dados relevantes são comunicados de tal maneira que podem ser interpretados pelo *software* no lado recetor. (Karlshøj, 2011)

Model View Definition – MVD

O MVD define um subconjunto do esquema IFC, que fornece orientação da implementação para todos os conceitos do IFC utilizados dentro desse subconjunto. Isto implica representar a especificação de requisitos do *software* para a implementação de uma interface IFC para satisfazer os requisitos de troca (buildingSMART, 2008).

2.2.4 – Level of Development

Outro componente importante na viabilidade da metodologia BIM é o *Level of Development* (LOD). O LOD é a quantidade de informação e geometria fornecida pelo autor do conteúdo ou por outro participante do projeto.

O LOD para um modelo BIM deve corresponder às necessidades do modelador, do engenheiro projetista, e dos orçamentistas. O LOD identifica a quantidade de informação que é conhecida sobre um elemento do modelo em um determinado momento. Esta "riqueza de informações" cresce à medida que o projeto se aproxima da conclusão. (VICO, 2013)

Existem cinco níveis, desde o modelo conceitual até ao modelo *as-built* que classificam a forma lógica de progressão do modelo. Os níveis variam de 100 até 500, mas podem ser definidos níveis intermédios. No AIA *Document* E202, são definidos os requisitos para cada um dos 5 níveis existentes, sendo apresentada na tabela 12 a caracterização de cada um desses níveis.

(Esteves, 2012) e (Van, 2008) apresentaram de forma sucinta os referidos níveis:

- LOD 100 – Modelo Conceptual;
- LOD 200 – Modelo de geometria aproximada;
- LOD 300 – Modelo de geometria mais precisa;
- LOD 400 – Modelo de fabrico;
- LOD 500 – Modelo *as-built*.

Assim os primeiros três níveis são aplicados à fase de projeto, o quarto à construção e o quinto à operação e manutenção do edifício. (Silva J. , 2013)

Tabela 12 – Level of Development (Adaptado de (Van, 2008) e AIA Document E202)

Ilustração	Descrição
	LOD 100: Volumetria geral do edifício indicativa da área, altura, volume, localização e orientação podendo ser modelado em três dimensões ou representados por outros dados.
	LOD 200: Elementos do Modelo são modelados como sistemas generalizados ou conjuntos com quantidades, tamanho, forma, localização e orientação aproximadas. Informações não geométricas também podem ser anexadas aos elementos do modelo.
	LOD 300: Elementos do Modelo são modelados como conjuntos específicos que são precisos em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. Informações não geométricas também podem ser anexadas aos elementos do modelo.
	LOD 400: Elementos do modelo são modelados como conjuntos específicos que são precisos em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com fabricação completa, a montagem, e informação detalhada. Informações não geométricas também podem ser ligadas a elementos do modelo.
	LOD 500: Elementos do Modelo são modelados como construídos na realidade (modelo <i>as-built</i>) e precisos em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não geométricas também podem ser ligadas aos elementos modelados

Uma forma de facilmente demonstrar este conceito é a sua aplicação a um objeto, neste caso uma cadeira. Portanto, os níveis de LOD para uma cadeira podem ser:

- LOD 100 = Existe uma cadeira
- LOD 200 = Existe uma cadeira que tem necessidade de espaço nominal de 700x450
- LOD 300 = Existe uma cadeira com descanso para os braços e rodas
- LOD 400 = Existe determinada cadeira com fabricante e o número do modelo.
- LOD 500 = Existe determinada cadeira com fabricante e o número do modelo, data de compra e fornecedor.

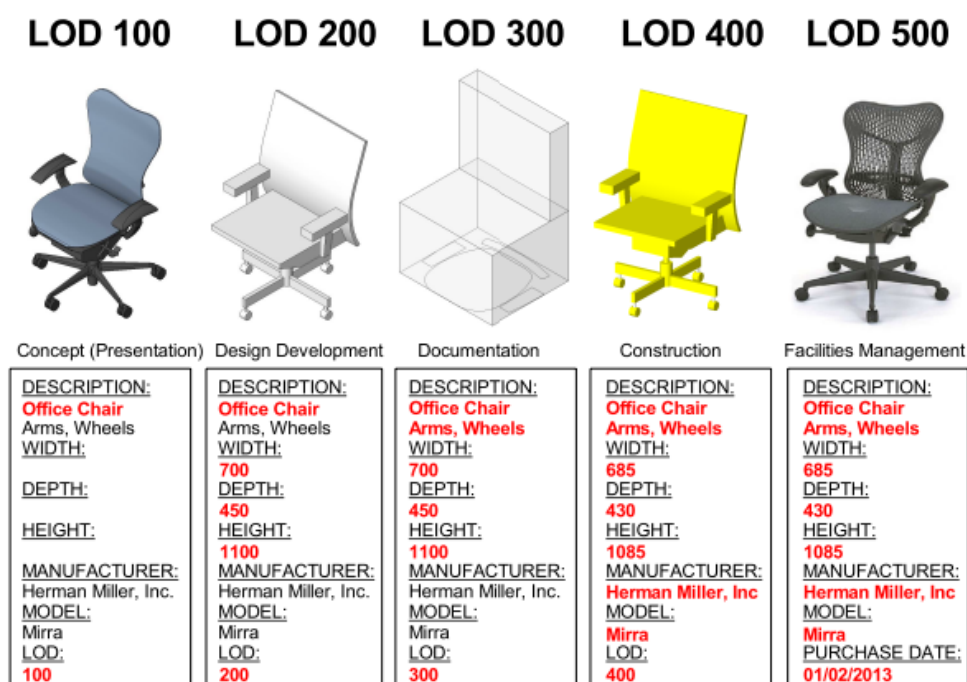


Figura 13 - LOD Aplicado a uma Cadeira. Adaptado de (MCPHEE, 2013)

A imagem anterior pode provocar um pouco de confusão devido à regressão na aparência que existe do LOD 100 até ao LOD 300, no entanto permite mostrar que o nível de aparência gráfica não significa necessariamente progresso durante um projeto, como é mostrado neste caso. A evolução no LOD significa que existe um aumento de informação do objeto, é de

notar que apesar da regressão na aparência as dimensões do objeto, neste caso em específico da cadeira, mantêm-se as dimensões geométricas necessárias na especificação desse LOD.

Este caso torna-se mais comum na gestão de instalações. Onde por vezes, de forma a tornar os ficheiros menos pesados e facilitar assim a navegação no projeto, uma das formas usadas é redução da aparência gráfica dos objetos. No entanto, o LOD continua elevado devido à quantidade de informação existente.

Devido à enorme quantidade de possibilidades na utilização do BIM, pode tornar-se confuso qual o correto nível de detalhe a usar para determinada tarefa. É fácil perceber que diferentes fins como um estudo da volumetria do edifício e resultados de consumos energéticos do edifício irão necessitar de níveis de detalhe da informação completamente diferentes. É então neste raciocínio que em 2004 a Vico Software desenvolve o *Model Progression Specification* (MPS).

O MPS ajuda as equipas a chegar a acordo sobre os fins para os quais o projeto BIM é utilizado, o nível de detalhe que os diferentes elementos do BIM necessitarão na conclusão de cada fase e quem irá desenvolver esses elementos específicos do BIM para os vários níveis de detalhe. (Bedrick, 2008)

O MPS como é dado a perceber funciona numa base de colaboração entre as partes, tendo por isso uma forte relação com o IDM e baseando-se por isso em dois dos seus princípios: (Esteves, 2012) (Bedrick, 2008)

1. Os requisitos dos outputs em cada fase, ou em cada etapa do desenvolvimento do modelo sejam sucintamente definidos, para que a equipa entenda em que nível de detalhe cada colaborador deve trabalhar, e que decisões devem ser concretizadas.

2. A ideia de atribuir tarefas ao modelador com melhor perfil para o nível de detalhe e outputs pretendidos, ainda que essa tarefa se situe fora da sua atividade habitual. Este procedimento melhora o desempenho global do modelo sob a forma, quantidade, qualidade e fiabilidade da informação passível de ser obtida a partir das formas modeladas.

O MPS introduz nomenclatura muito específica. Mas é sobre essa base rígida que o modelo BIM é construído. (VICO, 2013) É graças a este documento que será possível incrementar progressivamente o nível de detalhe nas sucessivas fases do edifício.

“O BIM sistematiza assim, um conjunto de políticas, processos e tecnologias interrelacionados, e proporciona uma metodologia para gerir o projeto do edifício e os seus dados, num formato digital, ao longo da vida do edifício”. (Lino, Azenha, & Lourenço, 2012) Esta base de dados estruturada que é o BIM, permite então a integração de informação que possibilita a sua utilização para o FM. Cada elemento pode conter em si próprio a informação necessária à sua manutenção, mas também a informação de que outros elementos interferem no seu funcionamento.

Este ambiente proporcionado pelo BIM, permite a evolução do FM no seu contínuo caminho no suporte às organizações. É necessário no entanto, a noção de que apesar do seu potencial, ainda se encontra em desenvolvimento. É necessário um entendimento do seu método de aplicação e a forma como a informação é transmitida entre estas metodologias.

2.3 - BIM-FM

2.3.1 – Programação

A aplicação da metodologia BIM-FM consiste, numa forma muito sucinta, na aplicação da gestão das instalações com recurso às funcionalidades proporcionadas pelo modelo BIM, como o modelo geométrico e uma base de dados que contém todos os dados necessários de todos os elementos. A sua aplicação requer portanto a utilização das ferramentas informáticas compatíveis com ambas as metodologias, sendo assim necessária a utilização de dois diferentes tipos de *softwares*.

A metodologia BIM é realizada com recurso aos *softwares* BIM, no entanto na metodologia FM não existe uma definição tão específica ou pelo menos tão consensual, como no caso do BIM, da ferramenta informática usada.

Atualmente não existe consenso em qual a terminologia que melhor representa a ferramenta informática FM, sendo utilizadas as terminologias *Computer Aided Facility Management* (CAFM) e *Integrated Workplace Management System* (IWMS) para agrupar todos os campos de aplicação.

Inicialmente a terminologia que identificou os sistemas informáticos FM, foi o CAFM. No entanto à medida que novas soluções foram surgindo, estas alargavam o campo de aplicação ou aprofundavam a utilidade de alguns desses campos, foram-se multiplicando as terminologias utilizadas para descrever esses campos de aplicação. A procura pela realização das necessidades das organizações, que por vezes não estavam interessadas em todas as funcionalidades de que estas aplicações estavam capacitadas, levou à sua divisão por módulos. Esta divisão permitiu aos utilizadores aplicar apenas alguns destes módulos, conforme as necessidades da organização, no entanto, de forma a serem funcionais

individualmente, existe a necessidade de repetição de diversas funções entre os diferentes módulos, gerando alguma confusão. A criação destas novas soluções levou à abundância de acrónimos existentes atualmente, sendo que cada um desses acrónimos representa as diferentes soluções informáticas disponíveis atualmente no mercado.

Segundo (IWMS, 2009), a razão deste fenómeno deve-se em grande parte à estratégia de marketing utilizada pelos vendedores aquando da criação dos vários módulos existentes para cada campo de aplicação do FM, atribuindo-lhes outra terminologia de forma a destacarem-se dos seus concorrentes.

Segundo (Forbes, 2009), dado que nenhuma solução de automação é intemporal, o IWMS representa uma evolução natural do CAFM. Desde a criação do CAFM foram desenvolvidas melhorias que trouxeram novos recursos e funcionalidades originando o IWMS. Para os que consideram o IWMS como a terminologia mais correta, o CAFM é uma das soluções pontuais, aplicada em particular à gestão do espaço, que faz parte de um todo, o IWMS.

Por outro lado, para (Fuhrman, 2009), a evolução do CAFM para o IWMS foi apenas uma questão de semântica de *marketing*, justificando que o IWMS é apenas o CAFM aplicado corretamente. Esta opinião é compartilhada por (Leppard, 2009) que sugere que a definição do IWMS também é aplicada ao CAFM, sendo a definição “Uma plataforma empresarial para auxiliar no planeamento, projeto, gestão, utilização e alienação dos ativos de uma organização baseada na sua localização. Os sistemas IWMS ajudam as organizações a otimizar o uso de recursos do local de trabalho, incluindo a gestão do portfólio de imobiliário, infraestruturas e ativos das instalações de uma empresa”.

Segundo (Knops, 2013) esta divergência é também verificada geograficamente, dado que o IWMS tem uma maior aceitação nos Estados Unidos da América enquanto na Europa o termo predominantemente utilizado é o CAFM.

Como referido anteriormente, de forma a apoiar um processo integrado, foram desenvolvidas novas soluções que se focam num processo específico e que, no geral, se completam, a figura 14 pretende fazer um resumo das soluções existentes. Devido à falta de consensualidade e de maneira a não tomar partido de nenhuma das opções, será considerada CAFM/IWMS como ferramenta informática representativa da metodologia FM.

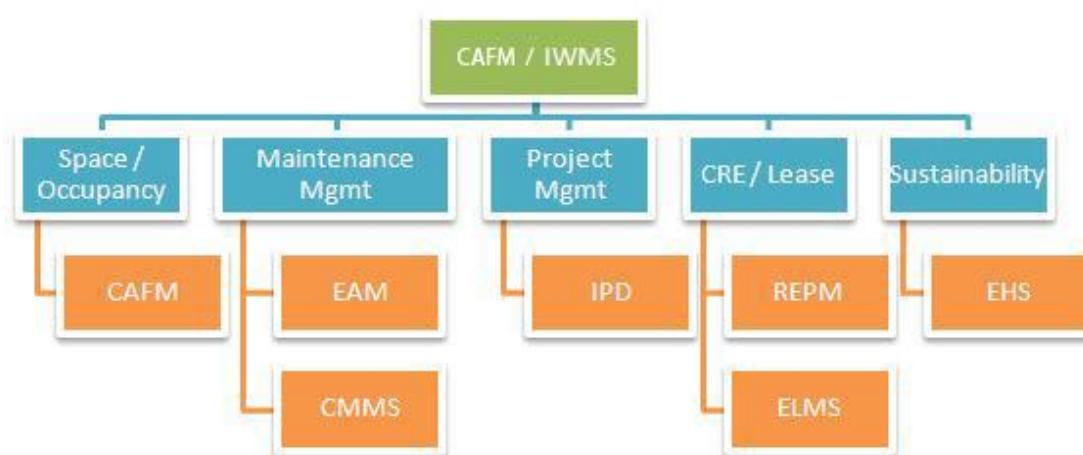


Figura 14 - Áreas Funcionais do FM e os Respetivos Acrónimos dos Sistemas (Adaptado de (IWMS, 2009))

Como é possível observar no esquema representado na Figura 14, o IWMS/CAFM é composto pelos seguintes cinco campos de aplicação principais:

- Gestão do Espaço e das Instalações
- Gestão da Manutenção
- Gestão do Projeto
- Gestão dos ativos e arrendamentos
- Sustentabilidade Ambiental

2.3.2 – *Softwares* BIM-FM

Atualmente no mercado já existem várias aplicações para a utilização do conceito BIM e para a aplicação do conceito FM, como referido no tópico anterior. No entanto, quando o assunto é referente ao BIM-FM numa só aplicação o cenário que se encontra já não é o mesmo, não existindo atualmente ainda muitos *softwares* que incluam esta ligação.

Esta situação aparenta no entanto estar a mudar, o recente aumento de destaque da temática BIM-FM, leva a que surjam recentemente mais aplicações com esta modalidade. Atualmente é possível encontrar no mercado com relativa facilidade alguns *softwares* que mesmo não possuindo as duas habilitações, permitem a ligação com outras aplicações de maneira a se completarem. Existem ainda outros tipos de *softwares*, como o EcoDomus, que apesar de não possuírem nenhum *software* completamente dedicado ao BIM ou ao FM, juntam as capacidades de outros *softwares* para permitir a aplicação do BIM-FM.

A forma como estes *softwares* interagem com o proprietário do modelo é, normalmente, através de *web browser*, que permite que o proprietário não possua o *software* de modelação, apenas uma conta do *software* de visualização e FM, através do qual faz a gestão do seu edifício, necessitando apenas de fazer *login* na sua conta para ter acesso a todos os dados.

A forma como é utilizado o modelo ainda está longe de atingir todo o seu potencial, mas é perfeitamente justificável dada a tenra idade do conceito. Este conceito, dado ter por base um modelo central de informação BIM, em que o FM trabalha à base de informações dos componentes presentes nesse modelo, tem um potencial enorme.

É necessário no entanto, perceber que a utilidade do modelo utilizado para a gestão será diretamente proporcional ao rigor da modelação e à quantidade e qualidade da informação

presente no modelo. Um bom modelo requer que seja utilizado o nível de detalhe *as-built*, o que, principalmente em edifícios já construídos, poderá ser de difícil execução.

FM: Interact

(Khemlani, Around the World with BIM, 2012) O FM: Interact, é um conjunto de aplicações baseadas na *web*, criado pela Fm: Systems, que permite às organizações aceder e analisar os dados relativos às instalações, imóveis e manutenção em tempo real. É constituído por 3 módulos principais:

- *Space Management* (Gestão do espaço) – permite inventários detalhados do espaço, dados da ocupação e *benchmarking* das instalações para melhorar as taxas de ocupação e utilização do espaço;
- *Strategic Planning* (Planeamento estratégico) – permite o planeamento de forma que imóveis e instalações estejam alinhadas com as operações de negócio através da análise de requisitos de número de funcionários e previsão das necessidades de espaço futuras;
- *Asset Management* (Gestão de ativos) – permite o rastreamento de móveis, equipamentos, computadores, sistemas de segurança, e qualquer outro ativo físico;

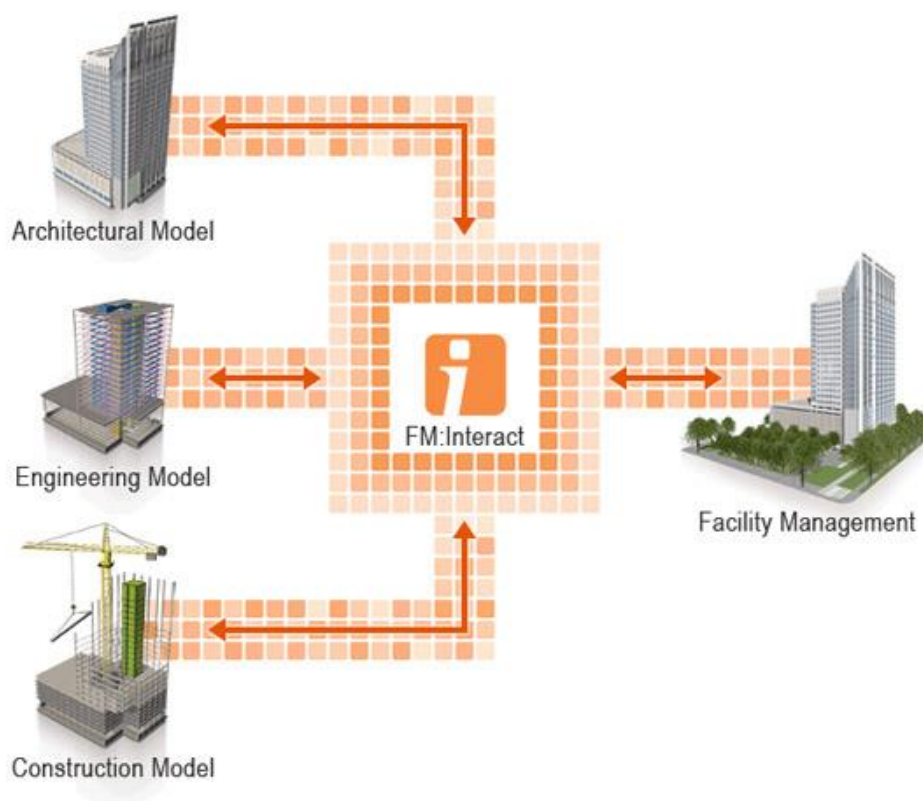


Figura 15 - Integração dos Vários Componentes BIM no FM: Interact (KHEMLANI, BIM FOR FACILITIES MANAGEMENT, 2011)

No entanto o FM: Interact pode incluir outros módulos como o *Facility Maintenance*, *Move Management*, *Project Management*, *Real Estate Portfolio Management* e o *Sustainability*. Encontra-se para breve o lançamento de mais uma funcionalidade, o *FM:Mobile*, que irá permitir a utilização do FM: Interact através de *tablets* e *smart phones*.

Atualmente o FM: Interact contém uma ligação bidirecional com o Autodesk Revit. Esta ligação permite-lhe ter acesso às plantas e dados provenientes do modelo BIM realizado no Revit. A intenção é conectar os dados BIM inseridos nas fases de projeto, construção e renovação, de forma a serem utilizados na fase de operação e gestão das instalações. (Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011)

ArchiFM

(Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011) Esta ferramenta FM desenvolvida pela vintoCON Ltd, funciona em conjunto com a aplicação BIM da Graphisoft, o ArchiCAD. O intuito da sua criação é a habilitação do modelo BIM, criado no ArchiCAD, para a utilização na gestão do edifício durante o seu ciclo de vida. Desta parceria surge um visualizador *web* que, como já foi referido anteriormente, permite que o utilizador realize a gestão através do visualizador, sem possuir o *software* de modelação. Esta aplicação possui os seguintes módulos:

- ArchiFM Assset Planning (Gestão de ativos) – pode ser usado para gerir imóveis e edifícios com móveis e equipamentos técnicos dentro da instalação;
- ArchiFM Maintenance (Manutenção) – este módulo está focado no planeamento de atividades de cuidados/manutenção para as instalações e o seu controlo dos custos;
- ArchiFM ProFM Reporting Services (Serviços de informação) – é o módulo de relatórios que permite que os relatórios sejam gerados em tempo real e exibidos ou editados num navegador web.

Desenvolveu ainda novas aplicações tais como o ProFM Helpdesk System, um sistema de relatórios e gestão da manutenção para os serviços de manutenção ou operação das instalações, o ArchiFM *Conditional Maintenance Solution* e também o ArchiFM GIS (*Geographic information system*), com o intuito de ser utilizado na gestão de cidades, que lhe permite manutenção de elementos tais como estradas, tubos de gás, entre outros (Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011) e (graphisoft),

Esta aplicação pode também ser acedida diretamente do ArchiCAD, pois aquando da instalação do ArchiFM é criada uma extensão. Esta grande relação existente entre eles, permite que se integrem perfeitamente na troca de dados para os seus vários fins.

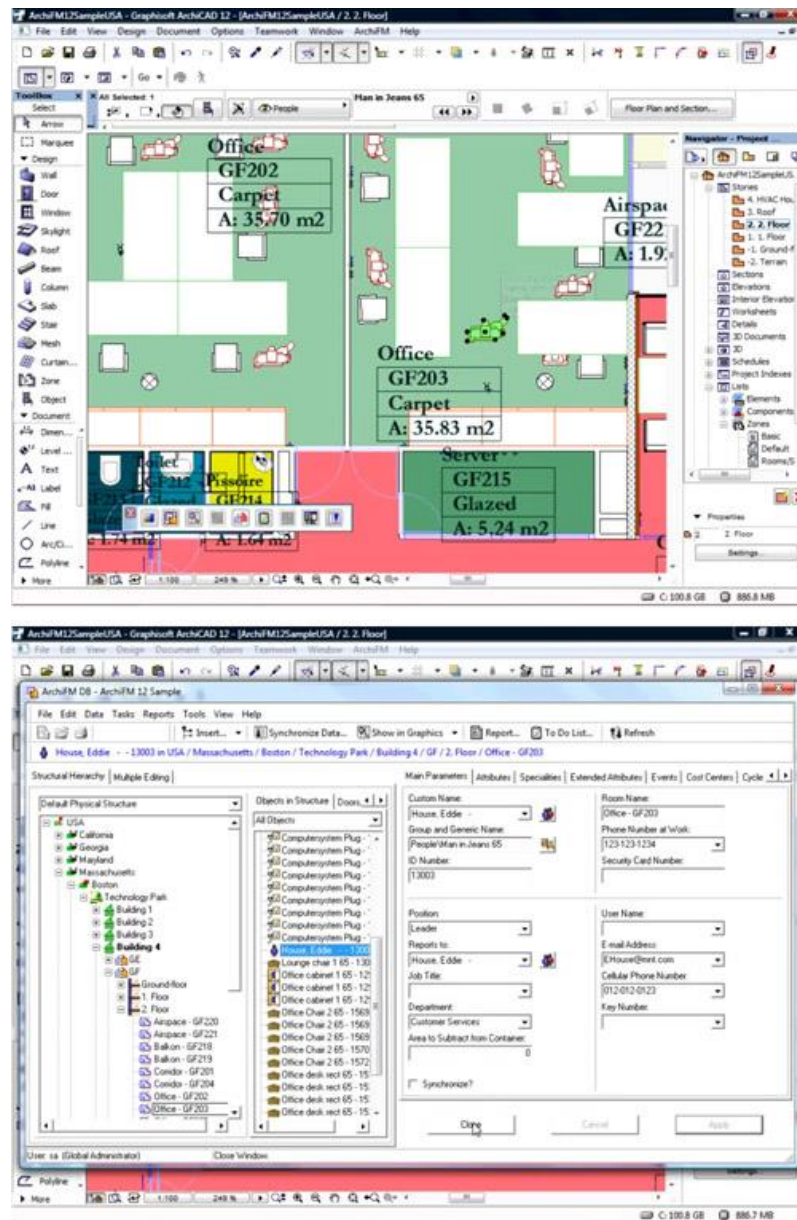


Figura 16 - Recolocação de uma Pessoa no ArchiCAD Atualiza Imediatamente o seu Registro no ArchiFM (KHEMLANI, BIM FOR FACILITIES MANAGEMENT, 2011)

Bentley Facilities

Bentley Facilities é uma solução BIM-FM, desenvolvida dentro da própria Bentley. Foi criada para suportar a gestão dos espaços organizacionais, ativos das empresas e documentos relacionados com as instalações (Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011). Tal como o FM: Interact o Bentley Facilities é um conjunto de aplicações, neste caso composto por quatro aplicações distintas (Bentley Facilities, 2013):

- Bentley Facilities Space Planner – permite ao gestor de instalações capturar e estruturar todas as informações novas e existentes na base de dados da instalação;
- Bentley Facilities Manager – é uma interface do Windows para a criação e manutenção de todas as informações relacionadas com as instalações;
- Enterprise Facility Management – é um servidor de colaboração que permite ao usuário publicar todos dados das instalações e património na internet;
- Bentley Facilities Web Reports – permite que os gestores de instalações criem e executar relatórios com todos os dados.

Esta solução utiliza principalmente o motor gráfico do MicroStation e as capacidades de gestão de documentos do ProjectWise.

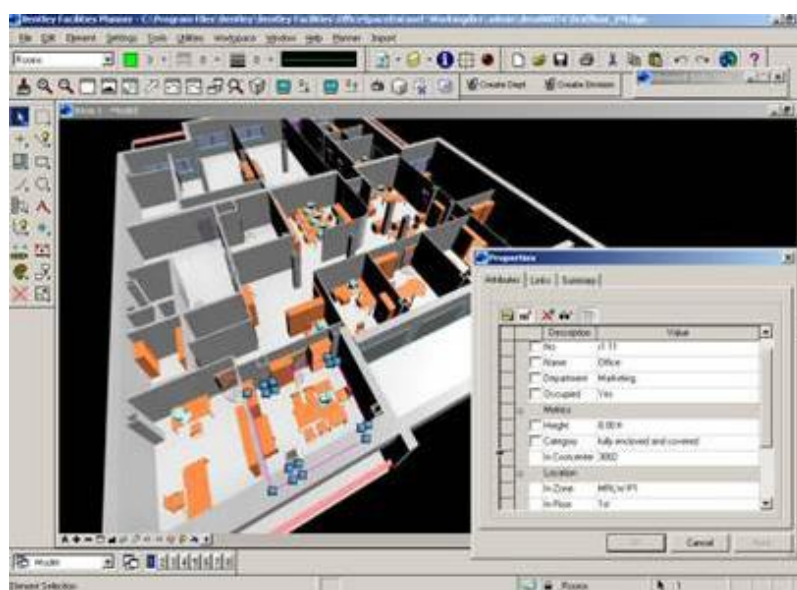


Figura 17 - Screenshot da Solução Bentley para a FM (KHEMLANI, BIM FOR FACILITIES MANAGEMENT, 2011)

EcoDomus

O EcoDomus é um fornecedor de soluções BIM-FM de terceiros. Eles integram vários sistemas, incluindo sistemas FM, modelos BIM, sistemas GIS e qualquer outro sistema de automatização predial (BAS – *Building Automation Systems*) permitindo ao gestor de instalações uma maior capacidade de analisar os dados operacionais e de ter uma abordagem mais abrangente para a gestão dos ativos. Para a realização de todas estas funcionalidades ele usa programas como o Revit, o IBM Maximo, entre outros. (Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011)

Eles possuem dois produtos, o EcoDomus PM, que ajuda a integrar dados de BIM em aplicações de FM e o EcoDomus FM que proporciona uma integração em tempo real do BIM com a construção de sistemas automatização. (Khemlani, BIM for Facilities Management, 2011)

O EcoDomus FM pode servir como uma parte do repositório central das instalações e ajudar os proprietários a manter os dados sempre atualizados entre a aplicação e a base de dados. (Ecodomus FM)



Figura 18 - O Uso do EcoDomus na Ligação do Modelo BIM aos dados FM (KHEMLANI, BIM FOR FACILITIES MANAGEMENT, 2011)

2.3.3 – Normalização

A adoção do BIM por parte da indústria AEC percorreu um longo caminho desde a sua introdução, em 2002. Atualmente, uma grande parte das empresas de maior dimensão já utiliza esta metodologia em vários projetos, fazendo parte cada vez mais assídua do léxico utilizado pela indústria. (Khemlani, Around the World with BIM, 2012)



Figura 19 - O BIM pelo Mundo (Fonte: WSP Group)

Através da figura 19 é possível obter uma perceção do estado atual do BIM pelo Mundo. É interessante ver que apesar da presença de algumas das maiores potências económicas, o país que se encontra com um maior grau de desenvolvimento, não faz parte deste lote.

A Finlândia, um dos mais avançados países na adoção do BIM, derivado ao seu desenvolvimento tecnológico aliada a uma pequena indústria, mas com um grande histórico de transparência e confiança possui excelentes características para o desenvolvimento próspero da metodologia BIM (WSP Group, 2013). Aliás, esta parece ser uma tendência

mantida nos países nórdicos, que apesar de possuírem uma pequena indústria, são tecnologicamente evoluídos e a aposta no BIM por parte do próprio governo ajuda a que tenha uma adoção mais facilitada. Segundo o (WSP Group, 2013), na Noruega, a aprendizagem do BIM no ensino já é uma realidade.

Nos USA, apesar da vanguarda na utilização de *softwares* BIM, o fato de possuírem uma indústria de construção enorme e, também devido um pouco à mentalidade de litígio presente, tornam a adoção da metodologia BIM um pouco mais complicada. (WSP Group, 2013)

É apresentado de seguida um quadro que apresenta algumas das normas existentes em vários países. Esta lista não é representativa de todas a normalização BIM existente, pretendendo apenas representar algumas iniciativas que estão a ser realizadas com o intuito de implementação do BIM.

Tabela 13 – Normas BIM Internacionais em Desenvolvimento (AIA, 2013)

País	Organização	Norma / Guideline	Data
USA	Massachusetts Institute of Technology (MIT) Department of Facilities Facilities Information Systems MIT Campus Planning, Engineering, and Construction (CPEC)	MIT CAD & BIM Guidelines	15-03-2011
		MIT BIM Execution Plan	
USA	Associated General Contractors (AGC) of America	Contractor's Guide to BIM	01-01-2009
GBR	AEC (UK)	AEC (UK) BIM Protocols	07-09-2012
NOR	Boligprodusentene (Norwegian Home Builders Association)	BoligBIM (BIM Manual)	01-11-2011
		BOLIGPRODUSENTENES BIM MANUAL (Housing Manufacturers BIM Manual)	10-11-2012
CHN-HK	The Hong Kong Institute of Building Information Modeling	HKIBIM BIM Project Specification	13-06-2011
USA	New York City Department of Design + Construction	BIM Guidelines	01-07-2012
USA	City of San Antonio Capital Improvements Management Services (CIMS)	BIM Development Criteria and Standards for Design & Construction Projects (aka "CoSA BIM Standards")	21-01-2011
AUS	NATSPEC	NATSPEC National BIM Guide	19-09-2011
AUS	NATSPEC	NATSPEC BIM Object/Element Matrix	19-09-2011
AUS	NATSPEC	BIM Management Plan Template	
DNK	Erhvervsstyrelsen (National Agency for Enterprise and Construction) [Denmark]	Det Digitale Byggeri (Digital Construction)	01-01-2007
FIN	buildingSMART Finland	Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012)	27-03-2012
		Common BIM Requirement 2012 (COBIM)	
FIN	Senaatti Kiinteistöt (aka Senate Properties)	Senate Properties: BIM Requirements	01-10-2007

NLD	Rijksgebouwendienst (Ministry of the Interior and Kingdom Relations)	Rgd BIM Standard	01-07-2012
NOR	Statsbygg	Statsbygg Building Information Modeling Manual	24-11-2011
SGP	Building and Construction Authority	Singapore BIM Guide	15-05-2012
SGP	CORENET e-submission System (ESS)	CORENET BIM e-submission Guidelines	25-01-2010
USA	United States General Services Administration (GSA)	National 3D-4D Building Information Modeling Program	15-05-2007
USA	United States Air Force Center for Engineering and the Environment (AFCEE) Capital Investment Management (CM)	“ATTACHMENT F” -- BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) REQUIREMENTS	19-04-2011
USA	United States Army Corps of Engineers (USACE)	ERDC SR-12-2, The US Army Corp of Engineers Roadmap for Life-Cycle BIM	
		ERDC SR-12-2, Supplement 1 - BIM Implementation Guide for MILCON Projects Using the Autodesk Platform	
		ERDC SR-12-2, Supplement 1 - BIM Implementation Guide for MILCON Projects Using the Bentley Platform	
		BIM Primer	
		2012 USACE BIM Revit Templates and User Guides, for Architectural, Electrical, Mechanical, and Structural disciplines	01-06-2012
		Model RFP, Section 01 33 16, Attachment F – BIM Requirements (USACE, COS Application-Neutral)	
		Model RFP, Section 01 33 16, Attachment F – BIM Requirements (USACE, COS Application-Specific)	
		Model RFP, Section 01 33 16, Attachment F – BIM Requirements (USACE, Non-COS Application-Specific)	
		USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3)	
		USACE BIM Project Execution Plan (PxP) Template	
USA	United States Department of Veterans Affairs (VA)	The VA BIM Guide	02-04-2010
ESP- VALENCIA	Generalitat Valenciana (Valencia Regional Government)	FIDE (Formato Intercambio Datos Edificación aka Building Data Exchange Format)	
USA-GA	Georgia State Financing and Investment Commission	GSFIC BIM Guide	
USA-NJ & NY	The Port Authority of NY & NJ Engineering Department	EAD (E/A Design Division) BIM Standard Manual	01-09-2012
		EAD BIM Support Files	
USA-NY	New York School Construction Authority	Building Information Modeling Guidelines and Standards for Architects and Engineers	12-06-2012
USA-OH	State of Ohio Facilities Construction Commission (OFCC)	State of Ohio Building Information Modeling Protocol	
USA-TX	State of Texas, Texas Facilities Commission (TFC)	Texas Facilities Commission Professional Service Provider Guidelines and Standards	15-01-2010
		Texas Facilities Commission Professional Architectural/Engineering Guidelines	16-05-2012
		Appendix M - BIM Planning and Coordination Document	11-05-2012
USA-WI	State of Wisconsin Department of Administration, Division of State Facilities (DOA/DSF)	DSF BIM Guidelines & Standards	01-Jul-2009
USA-NY	Dormitory Authority State of New York		8/2012 (draft)
USA-GA	Georgia Tech Facilities Management	Georgia Tech BIM Requirements & Guidelines for Architects, Engineers and Contractors	22-09-2011
		Georgia Tech BIM Execution Plan Template	31-05-2011
		Georgia Tech BIM Revit Template with COBie	31-05-2011
		Georgia Tech BIM Component Checklist	31-05-2011

USA-IN	Indiana University Architect's Office and Engineering Services	IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors	02-07-2012
		IU BIM Execution Plan Template	
		IU BIM Proficiency Matrix	
		COBie 2.26 Template	
USA-CA	buildLACCD (Los Angeles Community College District)	BIM Design-Bid-Build Standards	29-06-2011
		BIM Design-Build Standards	
		LACCD BIM Standard	02-06-2010
USA-CA	San Diego Community College District - Propositions S & N	SDCCD BIM Standards for Architects, Engineers & Contractors	01-01-2012
		SAN DIEGO COMMUNITY COLLEGE DISTRICT BIM PROJECT EXECUTION PLAN TEMPLATE	
USA-IL	Triton College	Triton College Building Information Modeling (BIM) Standards Manual	01-03-2009
USA-CA	University of Southern California Facilities Management Services	USC BIM Guidelines	18-04-2012
USA-WA	University of Washington Capital Projects Office	Attachment G - University of Washington CAD and BIM Standards, PDF Requirements, and CAD Compliance Review Submittals	18-04-2012
USA	American Institute of Architects (AIA) Contract Documents	E202-2008 BIM Protocol Exhibit	
USA	National Institute of Building Science (NIBS) - buildingSMART alliance (bSa)	National BIM Standard (NBIMS)	04-05-2012
		Healthcare BIM Consortium (HBC)	in progress
		Information Exchange Projects	
		Precast Concrete BIM Standard Project	in progress
USA-PA	Penn State Computer Integrated Construction Research Program - BIM Execution Planning	BIM Project Execution Planning Guide	01-07-2012
		BIM Planning Guide for Facility Owners	01-07-2012

Dado que este não é o tema central deste trabalho, é impraticável fazer uma abordagem a cada uma das normas, selecionando portanto uma amostra, neste caso normas pertencentes a dois países. A escolha destas normas recai sobre o país com uma das maiores implementações, a Finlândia e sobre o país com um dos maiores desenvolvimentos na elaboração das mesmas, os EUA.

Common BIM Requirements (COBIM)

A grande tradição BIM nos países nórdicos teve origem há mais de 30 anos, com o *RATAS project*. Este projeto introduziu conceitos como objetos, atributos, relações e modelos conhecidos para o sector da construção, tendo-lhe sucedido outros programas tecnológicos durante os anos 90 e a primeira década de 2000 (Silva J. , 2013). Dada a sua investigação e

desenvolvimento, lançaram em 2007 a *Senate Properties BIM Requirements 2007*, cujo âmbito incide sobre uma parte substancial dos edifícios públicos.

A COBIM surgiu em 2010, resultado de uma iniciativa para a atualização e expansão das diretrizes da *Senate Properties BIM Requirements 2007*, com o objetivo de definir requisitos nacionais. O âmbito da criação destes documentos foi a sua utilização como apêndices para os documentos de adjudicação e contratos dirigidos a todos os intervenientes no processo construtivo durante todo o ciclo de vida da obra (Finne, C., 2012 citado por (Silva J. , 2013)).

A série de publicações COBIM consiste nos seguintes documentos:

- 1. General BIM Requirements
- 2. Modeling of the Starting Situation
- 3. Architectural Design
- 4. MEP Design
- 5. Structural Design
- 6. Quality Assurance
- 7. Quantity Take-off
- 8. Use of Models for Visualization
- 9. Use of Models in MEP Analyses
- 10. Energy Analysis
- 11. Management of a BIM Project
- 12. Use of Models in Facility Management
- 13. Use of Models in Construction
- 14. Use of Models in Building Supervision

General Services Administration (GSA) BIM Guide Series

A GSA é uma entidade governamental criada em 1949, sendo responsável pela gestão do espaço, abastecimento, serviços e soluções que permitam aos funcionários públicos realizar as suas tarefas. Tem a seu cargo a gestão de diversos edifícios, o que fez com que a GSA se torna-se num dos mais fortes impulsionadores do BIM nos EUA, sendo até as suas iniciativas consideradas por (Khemlani, Around the World with BIM, 2012) como um sinónimo do uso oficial do BIM.

Em 2003, a GSA, deu início ao seu programa *National 3D-4D-BIM*, com o intuito de atender os requisitos do cliente, projeto e construção mais efetivamente, através da visualização, coordenação, simulação e otimização possíveis com o uso do BIM. Em 2007 tornou obrigatório a apresentação do programa para validação espacial (*Spatial Program Validation*) em BIM como requisito mínimo para os maiores projetos, mas incentivando na implementação da tecnologia 3D e 4D (GSA, 2013).

No âmbito do *National 3D-4D-BIM Program* foram também desenvolvidos uma série de guias, denominados *BIM Guide Series*. Atualmente ainda não estão publicados na sua totalidade.

BIM Guide Series publicados:

- Series 01 – 3D-4D-BIM Overview
- Series 02 – Spatial Program Validation
- Series 03 - 3D Laser Scanning
- Series 04 - 4D Phasing
- Series 05 - Energy Performance and Operations

BIM Guide Series em formulação:

- Series 06 - Circulation and Security Validation
- Series 07 - Building Elements
- Series 08 - Facility Management

National Building Information Modeling Standards-United States (NBIMS-US)

A NBIMS-US encontra-se neste momento na sua segunda versão, sendo desenvolvida e mantida pela *buildingSMART alliance* (bSa) que é uma secção da *BuildingSmart*, estando neste momento a desenvolver a terceira versão.

O conteúdo presente nesta norma tem sido obtido através da compilação das várias regras e guias para a implementação BIM lançadas por várias entidades. Este contributo provém de diferentes tipos de entidades, desde universidades, empresas de construção, entidades públicas ou privadas que elaboram os seus guias BIM e os publicam, como é esquematizado na figura 20.

Para a elaboração desta norma tem sido utilizada uma abordagem *bottom-up*, é estabelecido um prazo para lançamento até o qual é recolhida toda a informação e é lançada nessa mesma data com o material recolhido. Assim que seja lançada essa versão são recolhidas as críticas e as recomendações para novas alterações ou inclusões de forma a completarem a próxima versão, refinando assim a norma (Silva J. , 2013).

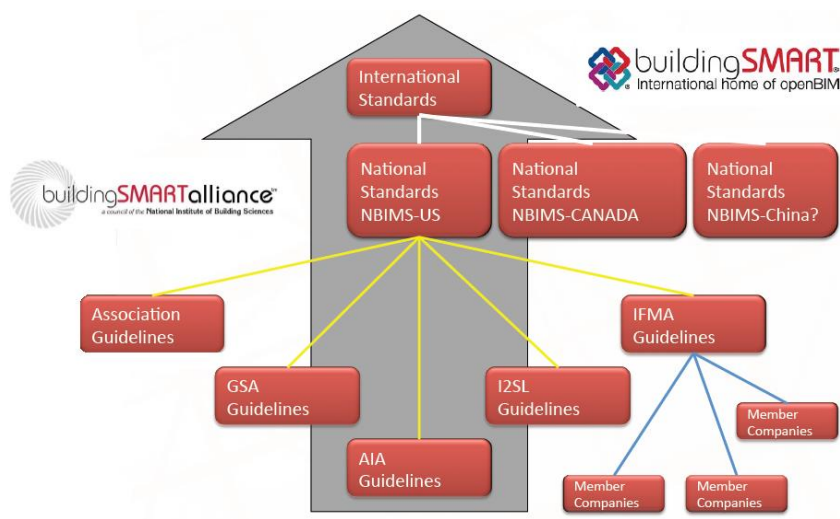


Figura 20 - Fontes de informação da NBIMS-US (SMITH, 2013)

A atual versão da norma identifica como principais alvos os produtores de *software* e os responsáveis pela sua implementação na indústria. O seu conteúdo divide-se então em cinco capítulos:

- 1. Âmbito;
- 2. Notas de referência;
- 3. Termos e definições;
- 4. Normas de troca de informação;
- 5. Documentos práticos;
- Anexos

Um dos capítulos presentes nesta norma refere-se às normas de troca de informação, *Information Exchange Standards*. Entre estas normas que asseguram a comunicação e interoperabilidade entre os vários *softwares* encontra-se o *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie). Dada a sua importância para a realização da componente prática deste trabalho, este tema será alvo de uma maior descrição.

2.3.4 – *Construction Operations Building Information Exchange*

Durante o processo tradicional de projeto e execução de uma obra, são criados os mais variados tipos de documentos relativos à obra, que no final serão reunidos e entregues ao proprietário, isto, quando são entregues na sua totalidade. No entanto, o que o proprietário recebe é uma quantidade imensa de papéis sobre o seu edifício, sendo por vezes sem qualquer tipo de organização, o que complicava qualquer tipo de utilização futura desta informação (Hamil, 2011). É nesta falta de organização e de critério na entrega da informação, criada desde o projeto inicial até à entrega da obra, englobando todos os seus intervenientes, que surge o COBie.

O COBie é o padrão internacional para a troca de informações sobre os ativos das instalações. (East & Carrasquillo-Mangual, 2013) É um instrumento utilizado para a reunião, compatibilização e partilha dos documentos produzidos no processo de realização de determinada obra, predominantemente informação não gráfica.

A primeira motivação para usar o COBie é para assegurar que o cliente sendo o proprietário recebe a informação sobre a instalação da forma mais completa e útil possível. (BIM Industry Working Group, 2011)

Um dos fatores que é importante ter em conta no processo construtivo é a existência de inúmeros intervenientes com capacidade tecnológica completamente diferente, sendo por isso a facilidade de utilização uma das características necessárias para que todos possam contribuir eficientemente. O COBie foi então concebido para ser facilmente utilizado por todos os intervenientes, sendo por isso um formato livre e baseado em folhas de cálculo.

A abordagem COBie é feita através da entrada de dados assim que eles são criados durante o projeto, construção e a vistoria. (East E. , 2013) Para aqueles que desconheçam as melhores

práticas na entrega de informação, podem ser levados a considerar o COBie como uma tarefa adicional, no entanto a utilização do COBie não adicionará novos requisitos para o contrato, nem representará uma alteração no conteúdo esperado, ele apenas muda a forma como se procedem as entregas da informação e transforma a informação tradicionalmente fornecida em documentos de papel em informação que pode ser facilmente reutilizada. Segundo (BIM Industry Working Group, 2011) o intuito da aplicação do COBie não passa por criar informação que não esteja já disponível ou produzida segundo o processo já existente, mas sim estruturar e racionalizar o método como a informação é recolhida, de forma que seja aproveitada da melhor maneira pelo proprietário.

A figura 21 enfatiza que o desenvolvimento do conjunto de dados COBie é um processo contínuo, que conta com a contribuição de todos os intervenientes neste processo construtivo, desde os consultores, até o empreiteiro, subempreiteiros e fornecedores. (BIM Industry Working Group, 2011)

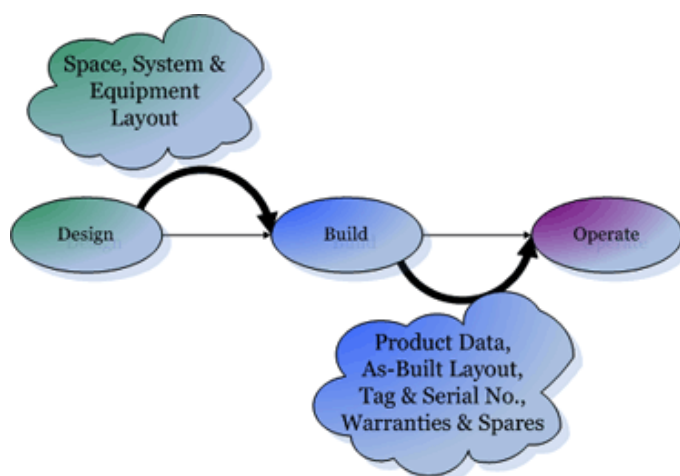


Figura 21 - Visão Geral do Processo COBie

Os projetistas fornecem os esboços dos pisos, espaços e equipamentos. Os adjudicatários fornecem a marca, o modelo e o número de série do equipamento instalado. Grande parte

dos dados fornecidos pelos adjudicatários, vêm diretamente dos fabricantes dos produtos que também podem participar no COBie. (East E. , 2013)

Dada a participação de vários intervenientes, o aspeto da interoperabilidade entre os seus *softwares* é algo importante, como tal e, dado ser um formato aberto, a informação do COBie pode ser exibida em diferentes formatos. Os utilizadores do COBie podem escolher pela utilização das folhas de cálculo ou gravar a sua informação através do formato IFC, abordado anteriormente. O utilizador final conseguirá assim importar a informação COBie para o *software* utilizado na manutenção e operação do edifício em qualquer um dos formatos. No entanto, estes métodos de transferência de informação serão abordados com mais rigor no decorrer do trabalho, dada a sua importância para a componente prática.

Para um correto entendimento da aplicação do COBie é necessário perceber um pouco mais como este está organizado entre as fases de uma obra, como ele representa a instalação e como é fornecida a informação. Para ajudar a esta explicação a figura seguintes ilustraram como a informação é fornecida através do COBie e como é representada como um simples arranjo de conceitos familiares.

Early Design Stage

A recolha de informação começa pela listagem das instalações que irão ser construídas, pois o COBie é utilizado individualmente para cada instalação, sendo essa instalação chamada de “*Facility*”. Essa instalação é então depois decomposta por pisos, denominados “*Floor*”, que por sua vez são subdivididos em divisões, chamadas de “*Spaces*”. Segundo (East E. , 2013) os espaços interiores são catalogados por números, enquanto os espaços exteriores são referenciados pela sua função, como por exemplo, estacionamento. Como é possível observar na figura 22, na fase de projeto, ainda existe a subdivisão em zonas (Zones), no entanto estas podem nem sempre ser representadas, pois são usadas para representar outros espaços

para fins funcionais, como acessos, zonas técnicas entre outras. Normalmente, estas são usadas para aglomerar conjuntos de espaços com o mesmo tipo de funcionalidade.

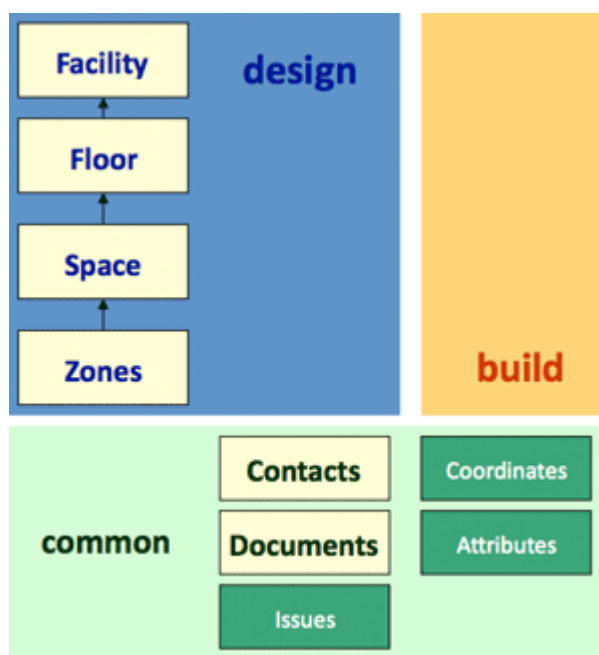


Figura 22 - Informação da Fase de Projeto (EAST E. , 2013)

Na fase inicial de projeto é necessário fazer uma listagem dos espaços e funções necessárias que foram requeridas pelo proprietário. Para permitir que os espaços cumpram com a função que lhe havia sido atribuída é necessário que em todos os projetos lhes sejam associados os respetivos sistemas. Para o tipo de edifícios correntes estes sistemas incluem como eletricidade, Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), águas, entre outros. É de realçar que para cada ficheiro COBie criado deve conter pelo menos um tipo de sistema. (East E. , 2013) No final da entrada da informação, as informações presentes no COBie relativas aos espaços e produtos devem coincidir com estes requisitos.

Na secção comum a todas as fases (*Common*), são guardadas as propriedades relativas a cada ativo. As propriedades do produto são listadas como atributos (*Attributes*). Com esta estrutura de dados, o COBie permite a transferência de informação desde os projetistas, para os construtores até aos gestores, que são os responsáveis finais neste ciclo. Durante a

fase de projeto, por vezes são criados documentos com interesse para partes específicas da instalação. Estes documentos podem ser ligados por referência aos dados dos documentos “*Documents*” do COBie. (East E. , 2013)

Construction Documents Design Stage

Conforme a progressão do projeto começam a ser definidos os materiais, os produtos e os equipamentos necessários para cumprir as especificações do proprietário. São criadas tabelas com estes elementos que mais tarde são usadas para os mais variados fins, como o mapa de quantidades, gestão dos ativos, cópias para os manuais de manutenção, entre outros. (East E. , 2013)

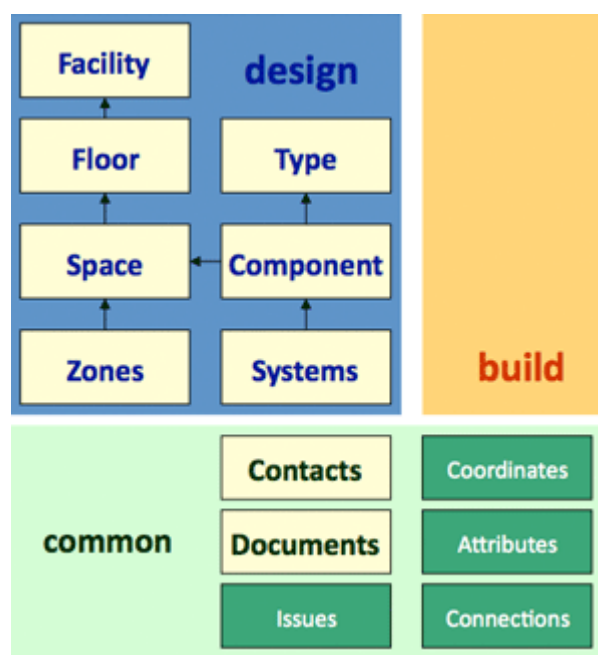


Figura 23 - Informação da Fase de Construção (East E. , 2013)

Os produtos e equipamentos estão demonstrados na figura 23 como “*Component*”. É possível ver a sua ligação com as restantes subdivisões em que irá ser guardada a informação relativa a esse ativo. A ligação à subdivisão “*Space*”, referida anteriormente, irá guardar a informação relativa à sua localização. Também é possível observar a sua organização, quer por sistemas (*Systems*), que como dito anteriormente, vão definir a que sistema específico

pertence, se ao AVAC, se eletricidade entre outros, quer por que tipo de componente se trata (Type). Atualmente um conjunto opcional de dados são as conexões entre os equipamentos. Isto permite que o projetista defina que equipamentos vão estar logicamente ligados, o que após a construção permite saber em caso de falha de um equipamento, que outros equipamentos irão ser afetados. (East E. , 2013)

Contractor Quality Control Stage

Com a continuação do projeto, o empreiteiro vai fornecendo os documentos específicos que foram requisitados pelo projetista. A troca de informação do COBie permite que cópias digitais desses documentos sejam ligadas diretamente aos materiais, produtos, equipamentos e sistemas do edifício. A maioria destes documentos serão ficheiros PDF já produzidos pelos próprios fabricantes, no entanto podem ser pedidos os projetos em formato CAD/BIM ou até mesmo fotografias quando forem exigidas amostras físicas. Estes ficheiros devem ser guardados num único disco COBie, pois no ficheiro COBie vai estar especificado a origem destes ficheiros, o que alterando o ficheiro de lugar provocará a perda da informação. (East E. , 2013)

É durante esta fase que o empreiteiro tem a hipótese de decidir como implementar o COBie, eles têm duas hipóteses para dar continuidade ao processo. A primeira hipótese não apresenta uma alteração significativa ao método tradicional de entrega de informação, esta é criada durante a fase de construção e depois digitalizada para ser integrada nos dados COBie. No entanto este método, apesar de cumprir a exigência dos dados COBie, não inclui grande esforço no melhoramento do processo da entrega de informação. Por outro lado, se o empreiteiro utilizar a entrega de documentos eletrónicos, não haverá praticamente custos

no fim do processo, desde que estes documentos sejam entregues num *software* de registo de documentos (East E. , 2013).

Product Installation Stage

Assim que o construtor adquire os materiais, produtos e equipamentos especificados, estes são instalados e é completada a lista de todos os equipamentos instalados. No entanto a informação relativa ao modelo e fabricante, listada sobre os dados *Type*, poderá estar já documentada durante o processo anterior, nesta fase é também inserida informação como a garantia. Caso necessário, a data de instalação do componente pode fornecer mais detalhes sobre o período de garantia. (East E. , 2013)

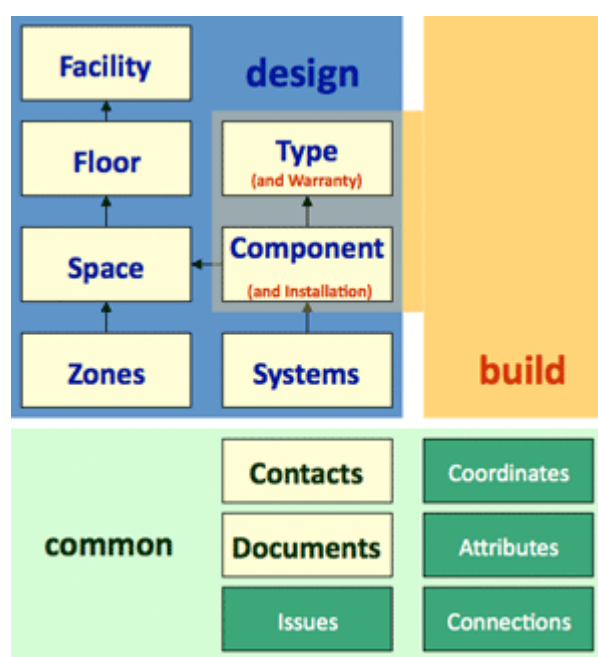


Figura 24 - Informação da Fase de Instalação do Produto (EAST E. , 2013)

Nesta fase são também inseridos nos dados *Component* os número de série e etiquetas do equipamento instalado.

Segundo (East E. , 2013) a utilização do COBie poderá ajudar até mesmo os pequenos construtores sem capacidade de acesso a um *software* para documentar o equipamento, através do use de uma versão bloqueada da planilha.

System Commissioning Stage

Assim que o equipamento está instalado e testado, os sistemas são ligados e tornados operacionais para o pessoal da Operação e manutenção. Nesta fase, como é possível observar através da figura 25, toda a informação criada é relativa aos equipamentos instalados, para os quais são criados inúmeros tipos de documentos que descrevem as operações dos equipamentos, tais como Manuais de Instruções, Testes e Certificações, sendo gravados, no conjunto de dados “*Documents*” do COBie. (East E. , 2013)

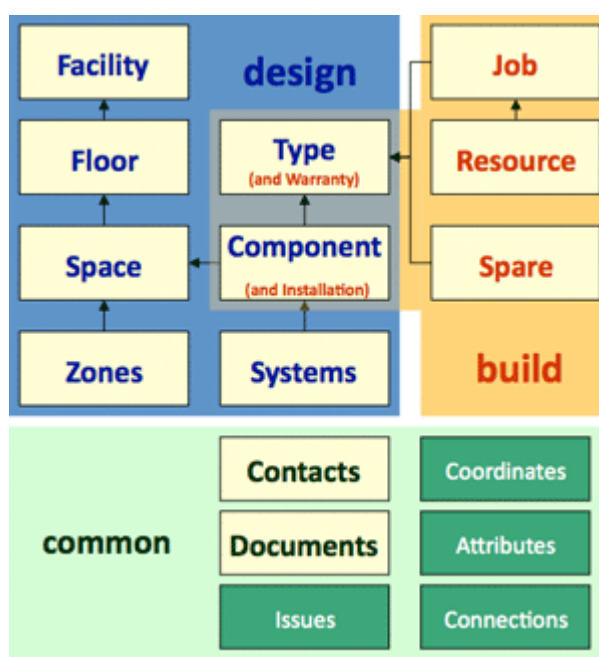


Figura 25 - Informação da Fase de Vistorias e Testes do Sistema (EAST E. , 2013)

A fase final de vistoria e teste serve para desenvolver planos para suportar a operação a longo prazo. Este tipo de planos podem ser a manutenção preventiva, planos de segurança, planos de solução de problemas, procedimentos de arranque, procedimentos de encerramento e os planos de emergência. Estes planos ou, os documentos que os contêm, são fornecidos

através do conjunto de dados “*Job*” do COBie. Por vezes nestes tipos de planos são necessários recursos específicos para efetuar essas tarefas, como materiais ou ferramentas especiais, ou até mesmo treino antes de efetuar estas tarefas. A informação referente a este tipo de recursos é guardada no conjunto de dados “*Resource*” do COBie. (East E. , 2013)

Como é possível observar na figura 25, nesta fase existe ainda uma base de dados COBie denominada de “*Spare*”, aqui é colocada a informação relacionada com as peças de reposição, que deve ser entregue através de documentos ou registos de peças de reposição individuais.

Este diagrama explicado até agora, representa a maioria dos projetos. No entanto é possível aplicar o COBie a outros tipos de obras, tais como projetos rodoviários ou ferroviários ou até mesmo para suportar os requisitos específicos do proprietário. Para isso é necessária adaptar a estrutura do COBie para esse tipo de obra, simplesmente pela adição de colunas na folha de cálculo COBie. Segundo (BIM Industry Working Group, 2011) para um projeto rodoviário, a estrutura do COBie pode ser vista puramente em termos de uma única extrusão linear sem se dividir em subsecções, exceto por distâncias. Estes podem ser divididos em Estrada, Cruzamentos, Estradas Secundárias, Site e Estruturas, etc.

2.3.5 – Casos de Estudo

MOL Nyrt.

A MOL Nyrt., é uma organização húngara com sede em Budapeste, líder no setor do petróleo e gás na Europa Central e de Leste, tendo surgido da fusão de nove empresas. Esta fusão originou mais de 300 terrenos, cerca de 600 edifícios e mais de 1000 estruturas.

Devido ao elevado número de propriedades e diversidade de tipologias existentes, é necessária uma grande multiplicidade de tarefas de gestão para todas estas infraestruturas. É então proposta a elaboração de uma estratégia eficiente e moderna para a gestão das instalações, em que o principal objetivo é o lançamento do capital máximo e uma redução nos custos de operação.

A solução encontrada é a realização da integração de um sistema FM capaz de fazer uso das vantagens oferecidas pelo modelo BIM durante a operação. Para tal foi utilizada a aplicação ArchiCAD e o módulo ArchiFM. Devido à tecnologia BIM-FM foi possível uma sincronização bilateral. Quando era alterado algum elemento no software FM ele atualizava na base de dados BIM.

Esta aplicação resultou em economias significativas no campo da operação técnica. Os eventos criados a partir dos relatórios de erros e de procura armazenados na mesma central de dados fornecem informação para todas as partes interessadas. Não há necessidade de fazer chamadas telefónicas ou tomar notas, porque os dados necessários podem ser acedidos rapidamente. A integração com a contabilidade e outros sistemas de registo permitiu significativa simplificação dos processos. A comunicação entre diferentes secções com assuntos comuns tornou-se muito menos demorada, porque os dados estão acessíveis no sistema de cada interveniente.

Em resumo foi possível observar que o sistema CAFM foi perfeitamente integrado na MOL, sendo atualmente indispensável para a realização do trabalho sem a base de dados que contém informação de quase dez anos.

Casa da Ópera de Sydney

A Casa da Ópera de Sydney, finalizada em 1973, é mundialmente reconhecida como um ícone da arquitetura. Este é um edifício extremamente complexo a todos os níveis que alberga 7 teatros, 37 salas para equipamentos, 12 elevadores e mais de 1000 compartimentos, acolhendo cerca de 300 funcionários a tempo integral e entre 500 a 600 funcionários em tempo parcial. O projeto final difere dos desenhos originais de arquitetura e não foram criadas as telas finais ou documentos que representem as alterações feitas. Desenhos do edifício *as-built* apenas foram criados no final dos anos 1980, mas provaram estar incertos e descoordenados.

Esta é também uma idade marcante em termos de manutenção das áreas públicas e dos sistemas dos serviços, da funcionalidade dos espaços e da gestão da estratégia a longo prazo (Sabot, 2008).

Levando em conta estes e outros fatores a Cooperative Research Centre (CRC) for Construction Innovation e o Australian Government's FM Action Agenda escolheram a Casa da Ópera para o seu projeto-exemplo de aplicação de FM. Esta iniciativa resulta de uma parceria entre governo, indústria e investigação de forma a desenvolver estratégias inovadoras através de três temas de pesquisa (CRC for Construction Innovation, 2007):

- Modelação digital – desenvolvimento de um modelo BIM capaz de integrar as informações provenientes dos vários sistemas de *software* com o seu modelo

tridimensional e ainda a inclusão do sistema de informação geográfica (*Geographic information system* - GIS).

- Aquisição de serviços – desenvolvimento de um sistema para enquadramento dos contratos, baseado no desempenho da prestação dos serviços de FM.
- *Benchmarking* do desempenho – desenvolvimento de um quadro de avaliação FM que permita às organizações determinar os KPI para identificar as melhores práticas e melhorar estratégias.

Esta iniciativa tem como objetivo a adoção destas inovações tecnológicas de forma a serem implementadas a nível estratégico, da gestão e operacional, permitindo assim a colaboração entre estas três áreas de forma a facilitar as atividades existentes.

Análise dos sistemas de gestão das instalações e dos ativos utilizados – Verifica-se a utilização de sete *softwares* com as seguintes funções: manutenção do edifício, registo dos ativos, orçamentação, contabilidade, monitorização da condição do edifício, gestão da documentação e acesso aos documentos técnicos (CRC for Construction Innovation, 2007).

Este sistema é exemplificado na figura 26.

Análise do estado da arte dos modelos digitais – Elaboração de um estudo que identifica os atributos e benefícios do BIM. Este estudo recai sobretudo na troca de dados e interoperabilidade, nomeadamente a estrutura do IFC. Escolha dos *softwares* para o FM compatíveis com o IFC.

Especificações para a modelação do edifício – Elaboração de um modelo com elevado detalhe e precisão, sendo obtido através do desenvolvimento progressivo de alguns modelos específicos que constituíam um modelo geral, dependendo das restrições de ordem operacional, logística e financeira.

Apresentação do modelo BIM como suporte à gestão do edifício – Exposição do novo sistema

FM que permite a integração de diferentes fontes de informação, exemplificado na figura 27.

É possível comparar as alterações entre estes dois sistemas de apoio ao FM.

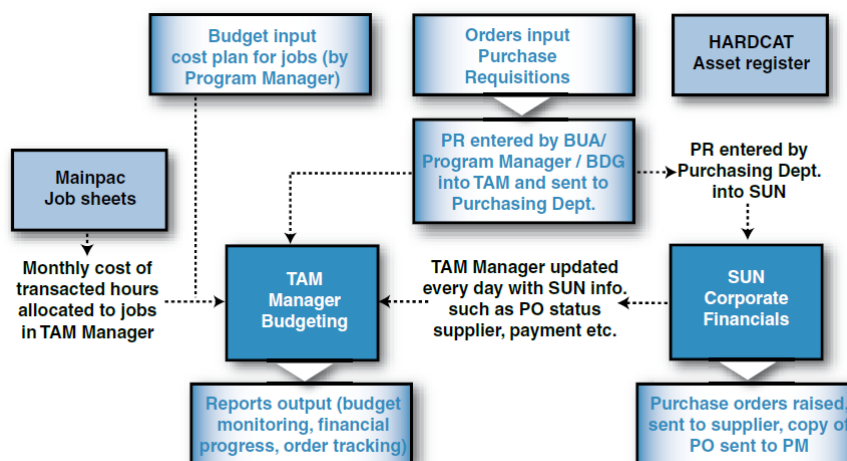


Figura 26 - Sistema Tradicional AM/FM da Casa da Ópera de Sydney (CRC FOR CONSTRUCTION INNOVATION, 2007)

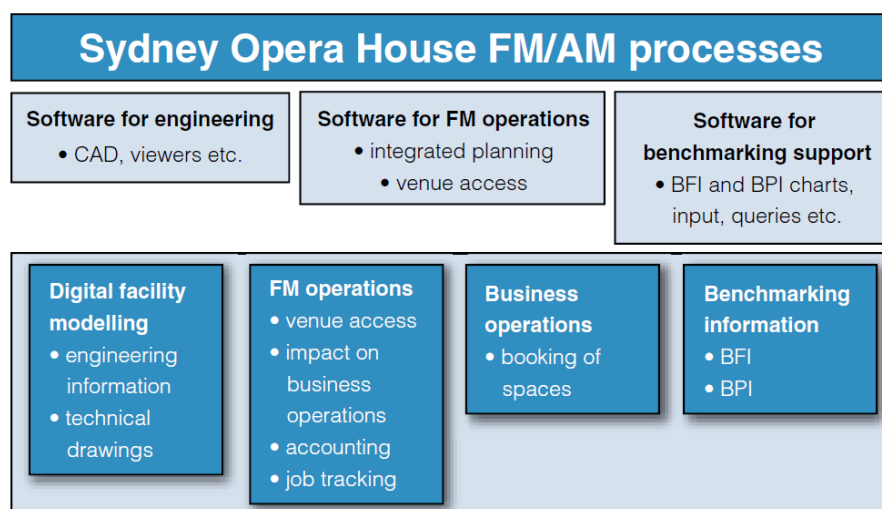


Figura 27 - Processos FM da Casa Ópera de Sydney Suportados pelo Modelo (CRC FOR CONSTRUCTION INNOVATION, 2007)

No final deste projeto foram vários os aspetos que demonstraram os benefícios e a aptidão do BIM, como a consistência dos dados, a inteligência do modelo, a representação bidimensional e tridimensional, integração da informação existente nos *softwares* utilizados

entre outros. Segundo (Sabol, 2008) foram no entanto salientados três benefícios específicos para a Casa da Ópera:

- Promoção de uma gestão das instalações mais rápida e eficaz, fornecendo informações que podem ser facilmente partilhadas e reutilizadas entre os vários intervenientes na organização;
- Capacidade de análise e realização de simulações para projetos de renovação;
- Capacidade de controlo dos custos durante a vida do edifício e os dados ambientais leva a um desempenho previsível e otimização do planeamento do orçamento.

3 – Caso Prático

3 - Caso Prático

Neste capítulo será abordada a aplicação da metodologia BIM-FM ao projeto de um centro comercial atualmente em funcionamento. O edifício, construído em 2003, tem uma área bruta locável (ABL) de 19.182 m² e 99 lojas divididas por 3 pisos, existindo ainda mais 2 pisos para estacionamento, que disponibiliza 600 lugares de estacionamento. Este é um edifício muito particular, dado abranger não apenas as unidades comerciais, como também integrar ainda no próprio edifício um terminal de autocarros e a forma como se integra e incorpora a circulação ferroviária enquadrando-se com a estação de comboios adjacente.

Para a aplicação deste trabalho é considerado necessário identificar algumas fases, de forma simplificar e ordenar o processo. O trabalho é então dividido em três fases: recolha da informação, modelação do edifício e a partilha de informação entre o modelo e o *software* de gestão. A dimensão deste trabalho, quer a nível de modelação, quer na própria recolha da informação e mesmo na extração da informação presente no modelo, leva à necessidade de ter em atenção vários aspetos, pois se por um lado existem vários caminhos para explorar com a aplicação da metodologia FM ao modelo BIM, por outro também foi necessário gerir um pouco todas as ambições, o tempo de realização limitado não permitiria a aplicação de algumas desses caminhos tão interessantes e empolgantes, tais como por exemplo a aplicação de uma análise de comportamento térmico com diferentes acabamentos através do modelo. Torna-se necessário fazer uma ponderada avaliação de todas as possibilidades e fatores presentes para a realização deste trabalho de forma a especificar da melhor forma a sua área de intervenção.

Dado que este trabalho se desenvolveu num ambiente empresarial, os requisitos do cliente ganham uma importância preponderante. O principal interesse do cliente passava pela

implementação desta metodologia para a manutenção dos vários sistemas mecânicos e eletromecânicos.

Esta preferência estará relacionada com a elevada frequência de intervenções nestes elementos. Enquanto noutros sistemas as alterações serão apenas pontuais, a sua manutenção é facilmente planeável ou não e não existem consequências em caso de falha, nestes, devido à importância do seu correto funcionamento no sistema ou mesmo pelos possíveis prejuízos causados pela sua falha, são constantes as ações de manutenção.

Outro fator com elevada importância é a sua data de entrega, torna-se necessário controlar o tempo para a sua realização. É necessário ter em consideração que as tarefas de recolha de informação e, principalmente, a modelação do edifício seriam bastante trabalhosas. Isto deve-se a uma grande parte da informação se encontrar ainda em formato papel apenas e também devido às dimensões edifício e à quantidade equipamentos existentes.

Outro fator que delimitará o raio de intervenção deste trabalho será a informação existente. Para a elaboração deste trabalho foi utilizada a informação arquivada nas instalações do edifício e, numa última fase, será utilizada a informação presente no atual *software* de gestão. Enquanto numa primeira fase, a recolha de informação foi direcionada para a obtenção dos documentos entregues ao dono de obra pelo empreiteiro e fornecedores, a última fase foi direcionada para a informação relativa a desempenhos e registos de funcionamento de equipamentos.

É também importante ter em consideração outro aspeto importante, o tamanho do ficheiro informático do modelo. Esta é uma nova tecnologia extremamente complexa que requer características a nível de *hardware* elevadas. Grandes modelos podem causar problemas ao normal funcionamento do *software*, portanto quanto mais informação for inserida maior será o tamanho do ficheiro do modelo.

Foi então definido que este trabalho ambicionaria implementar a metodologia BIM-FM na gestão da manutenção dos equipamentos, mas também criar as condições necessárias para que seja possível utilizar este modelo para outros fins como a gestão de espaços.

Esta decisão terá repercussões em todas as fases deste trabalho, tendo sido fundamental a sua definição antes do começo dos trabalhos.

O primeiro passo para a realização deste trabalho foi o levantamento, junto da administração do edifício, da informação disponível sobre o edifício. Devido à natureza do trabalho, foi reunida a informação relativa aos projetos das várias especialidades do edifício, essenciais para a realização da modelação, e a informação acerca dos equipamentos instalados.

Para a modelação foram utilizados os projetos obtidos na recolha de informação. Apenas foram modeladas as especialidades consideradas indispensáveis para a realização deste projeto, no caso, arquitetura, AVAC e águas. Esta modelação foi feita com recurso ao *software* Autodesk Revit.

Após o levantamento da informação e modelação das especialidades necessárias, deu-se a terceira e última fase deste trabalho, a partilha de informação entre o modelo BIM e o *software* utilizado na gestão do edifício, o IBM Maximo. Esta transferência de informação foi conseguida através da utilização de aplicações que permitiram exportar e importar as folhas de cálculo COBie entre os *softwares*.

3.1 – Recolha de Informação

Esta pesquisa, realizada nas instalações da administração do centro comercial, teve como finalidade a identificação de todos os elementos disponíveis com informação referente às telas finais e o conjunto de informações fornecidas ao proprietário, no processo de entrega da obra.

Inicialmente esta pesquisa teve por base toda a informação presente em formato digital, no entanto, devida ao grande número de dados presentes apenas em formato papel, foi necessário proceder à sua digitalização para suporte digital.

Esta seleção da informação foi dividida em duas componentes principais, a informação relativa à construção da edificação e a informação acerca dos equipamentos.

A informação relativa à construção será a utilizada na sua íntegra para a modelação da edificação e dos seus vários sistemas, enquanto a informação sobre os seus equipamentos será usada para o preenchimento da informação acerca desses mesmo equipamentos, mas também, na maioria dos casos, para a modelação dos mesmos.

Na informação recolhida sobre a edificação foi importante ter bem definido que tipo de informação era pretendida, para que apenas fosse modelado o extremamente necessário. De forma a atender aos requisitos pedidos e também de forma a não sobrecarregar o modelo com informação que não seria útil, optou-se pela exclusão da especialidade de estruturas.

Esta exclusão desta especialidade deveu-se sobretudo à pouca utilidade que esta teria no cumprimento dos requisitos feitos pelo proprietário. Os elementos constantes nesta especialidade, são elementos que não precisam de manutenção sistemática frequente, não devendo ser esquecidos, estes devem ser monitorizados, mas não necessitarão de inspeções

feitas regularmente, tendo também em atenção a “jovem” idade do edifício. Estes são casos, como descritos anteriormente, que apenas necessitarão de intervenções pontuais.

No entanto, apesar de pertencer a esta especialidade, a integração dos pilares foi considerada como essencial. Os pilares foram incluídos na modelação pois considerou-se que estes eram importantes na definição das áreas e na limitação que eles poderão causar em termos de espaço disponível. Para a gestão dos espaços é importante saber as áreas disponíveis ou ocupadas, mas é importante também saber as limitações existentes dentro dessa área. Através da visualização do modelo é possível saber os constrangimentos ou limitações a nível de espaço que poderão existir até mesmo para a própria manutenção dos equipamentos.

Uma outra especialidade que também ficou de fora do âmbito deste trabalho foi a especialidade de eletricidade.

Foi então recolhida informação referente às especialidades de arquitetura, AVAC, gás, águas e águas residuais. Esta recolha foi feita através da recolha dos desenhos de projeto de cada uma das especialidades, encontrando-se a maioria em formato digital, em ficheiros dwg.

Para a recolha da informação relativa aos equipamentos, foi também necessário especificar previamente qual a informação relevante para a área de intervenção deste trabalho. Esta especificação recaiu sobre dois aspetos: quais os elementos sobre os quais seria recolhida a informação e que informação recolher para cada um desses equipamentos. Esta especificação ganhou maior relevo com a elevada quantidade de dados presentes em formato papel. Este facto aumentou ainda mais a necessidade de enumeração da informação a ser recolhida, dado o tempo necessário para a seleção e digitalização dos documentos.

Foi decidida então a recolha da seguinte informação relativa aos equipamentos:

- Marca/Modelo
- Fornecedor
- Data de Aquisição
- Manual de Utilização
- Fichas de Manutenção
- Historial de Avarias

Como é possível observar no anexo 4, durante a recolha da informação chegou-se à conclusão da não existência de uma uniformidade nos documentos existentes. A informação presente nos vários equipamentos não era uniforme, nem sempre existia o mesmo tipo de informação nos diferentes equipamentos. É também possível observar a falha generalizada de alguns tipos de informação.

3.2 – Modelação

A modelação das diferentes especialidades tem em consideração o programa utilizado para a modelação do edifício. O *software* utilizado, o Autodesk Revit é organizado por três categorias, Arquitetura, Estrutura e MEP, podendo estar em programas separados, ou reunidas no mesmo. É através da utilização dessas três categorias que se realiza a modelação de todos os elementos.

De forma a simplificar o processo, a modelação foi dividida por dois modelos, um contendo a especialidade de arquitetura, enquanto o outro englobava todas as outras especialidades utilizadas, referidas anteriormente.

Esta tomada de decisão tem por base o tamanho do modelo, o que poderá criar dificuldades na modelação. Previamente à modelação foi necessário definir o nível de detalhe que seria aplicado no modelo do edifício. A normalização nomeadamente a COBIM apontam para a aplicação de um nível de detalhe máximo, o denominado LOD500.

Este tipo de detalhe é correntemente designado como *as-built*, ou seja, representa a construção tal como esta foi executada, o resultado final. No entanto é também necessário fazer uma adaptação ao contexto deste trabalho. As normas referem o detalhe *as-built* como o necessário para o modelo final nas obras que ainda se encontram em fase de construção, sendo o modelo *as-built* possuidor de todas as alterações realizadas da fase de projeto para a construção final. No entanto este trabalho tem como base um edifício já construído e em funcionamento, torna-se então necessário abordar um novo termo, referido por (Cеровsek, 2013) como *as-managed*, figura 28.

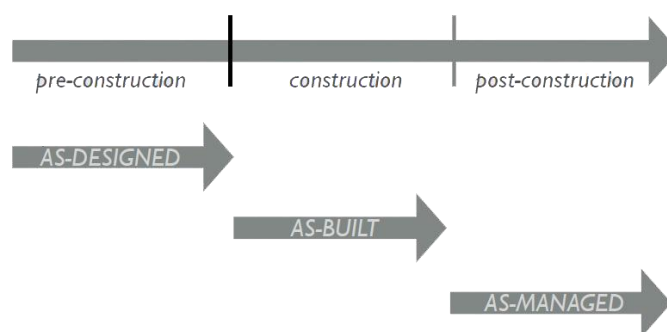


Figura 28 - Ciclo de Vida BIM (CEROVSEK, 2013)

Este novo termo é utilizado na fase de operação e manutenção, pois implica a atualização do modelo com todas as alterações que foram efetuadas durante este período. Este termo não vem provocar uma alteração ao LOD utilizado, pois este já se encontra no nível máximo.

Aqui encontra-se uma das particularidades das construções existentes, por vezes mesmo na fase de projeto e construção não são compilados rigorosamente todos os ficheiros finais, torna-se bastante provável que durante uma reabilitação também não seja guardado, complicando o processo de modelação.

Outro passo bastante importante é a escolha do *template*. É necessária a escolha de um *template* que se ajuste aos requisitos do COBie, sendo escolhida a versão COBie 2.4.

Esta especificidade de escolha do *template* prende-se com a sua utilização na ligação do modelo com o COBie. O *template* é fundamental pois cria parâmetros específicos de dados COBie que ainda não estão predefinidos nas famílias existentes no projeto. É através destes parâmetros criados que será organizada a informação para que os dados possam ser extraídos corretamente. Como referido anteriormente, para que seja possível a extração da informação, estes parâmetros são do tipo *Shared Parameters*.

3.2.1 – Arquitetura

A realização do modelo de arquitetura foi conseguida através da utilização da informação recolhida desta especialidade, nomeadamente as telas finais.

Para a realização da uma melhor modelação, foram levados em consideração alguns dos passos presentes no terceiro documento do COBIM, Architectural Design. Este documento foi utilizado como um elemento auxiliar, especialmente no modelo de arquitetura.

Segundo este recomenda-se a realização do projeto no lado positivo dos eixos das coordenadas XY, localizando-se perto destes. No entanto esta recomendação surge apenas para uma maior facilidade na interpretação na localização, pois a nível informático já não representa um problema.

A modelação da edificação foi, como sugerida pelo COBIM, dividida por pisos. Esta divisão também se torna indispensável por outro fator, a estrutura organizativa do COBie, que de forma a guardar a informação, a subdivide por pisos. Foram então modelados os 6 pisos correspondentes.

Os fatores tidos em consideração nos capítulos anteriores, também aqui tiveram a sua influência, nomeadamente a procura por uma simplificação na modelação de forma a tornar o tamanho do ficheiro digital do modelo o mais pequeno possível, mas também a inclusão da informação apenas considerada essencial. Dessa forma foi decidido que as camadas dos vários constituintes das paredes, interiores e exteriores, e das lajes dos pisos não deveriam ser representadas. Em vez disso foi apenas modelada uma parede simples de betão com uma espessura correspondente à espessura total representada nos desenhos. Esta informação além de pouco relevante para este trabalho, também se torna desnecessária por outra razão, em caso de exportação através do atual formato IFC, este irá perder as informações contidas

acerca das diferentes camadas das paredes, uma vez que ainda não consegue guardar as diferentes camadas de uma parede, transformando numa única camada.

Os pilares pertencentes à especialidade de estruturas também foram aqui inseridos. À semelhança do descrito no parágrafo anterior, aqui também optou-se por uma simplificação na modelação, não só devido ao tamanho do ficheiro digital, mas também devido à falta de utilidade da informação referente à sua composição ao nível das armaduras, no caso de pilares em betão, ou acabamentos.

Foram aqui também colocados alguns equipamentos não pertencentes à especialidade de arquitetura, nomeadamente os elevadores e as escadas e tapetes rolantes. Estes equipamentos foram aqui inseridos devido à necessidade de serem alojados num elemento tipo parede ou laje já existente. Dado que no outro modelo realizado apenas seriam inseridos os componentes relativos aos equipamentos, estes teriam de ser obrigatoriamente aqui modelados. É possível observar na figura 29, as portas dos elevadores alojadas nas paredes do edifício, enquanto as escadas rolantes se encontram inseridas nas lajes dos pisos a que fornecem acesso.

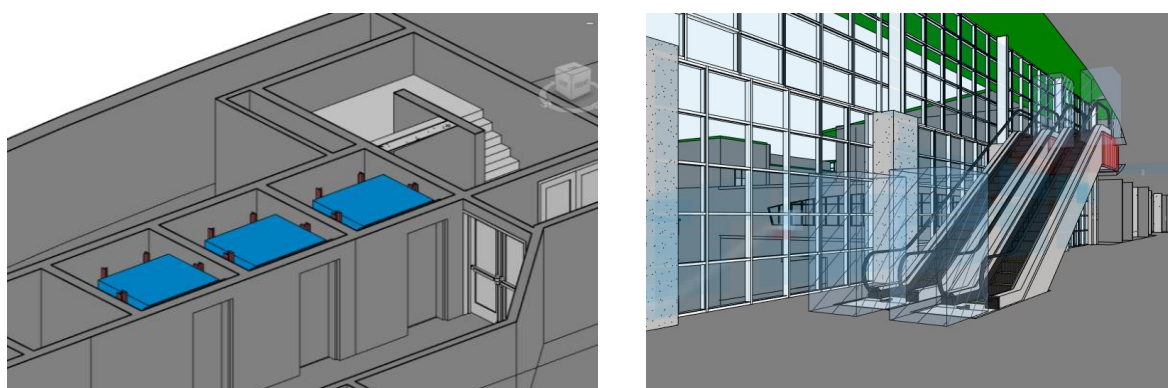


Figura 29 - Aplicação dos Elevadores e Escadas Rolantes no Modelo de Arquitetura

Após a modelação da parte física do modelo, foi também necessário proceder à identificação dos espaços que constituem cada piso. Seguindo a estrutura organizacional do COBie, os

pisos serão divididos por espaços, é fundamental para a correta aplicação do COBie, de forma a preencher os requisitos para a introdução de informação na folha COBie. É através da definição dos espaços que é possível saber a localização dos vários componentes presentes nos vários pisos.

De seguida foram também criadas as zonas que agrupavam os espaços correspondentes. Estas foram usadas para reunir as várias lojas, corredores técnicos ou espaços técnicos existentes e que se encontravam em localizações adjacentes de forma a poderem ser agrupadas.

De forma a demonstrar um pouco mais o resultado da modelação da especialidade de Arquitetura, serão de seguida apresentadas algumas imagens ilustrativas do modelo.

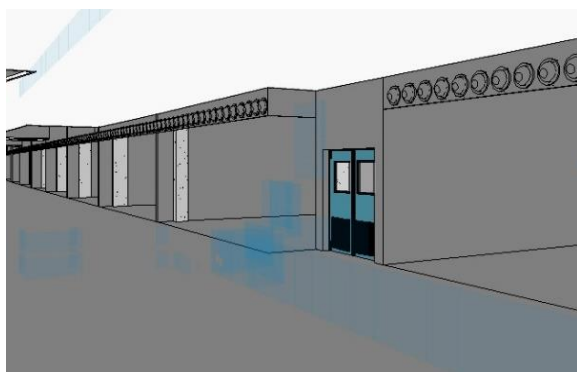


FIGURA 30 - INTERIOR MODELO

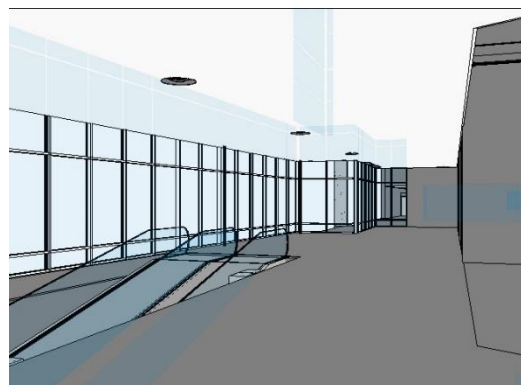


FIGURA 31 - INTERIOR DO MODELO

3.2.2 – MEP

À semelhança do modelo de arquitetura, o modelo MEP também teve por base as telas finais dos vários projetos obtidas aquando a recolha de informação. No entanto para a realização deste modelo foi necessário um maior número de informação.

Este aumento de informação teve por base o maior número de especialidades modeladas, mas também o número de equipamentos que constitui cada uma dessas especialidades. Estes são equipamentos muito específicos, em que a maioria ainda não possui a existência de uma família que o represente, de forma a cumprir os parâmetros necessários para corresponder aos pedidos pelo projeto. Temos como exemplo as Unidades de Tratamento de Ar (UTA), em que apesar da existência de vários exemplos na biblioteca do próprio *software*, não existia nenhum que se assemelha-se aos utilizados no projeto.

Esta falta de famílias levou à necessidade de criação das mesmas. A criação das famílias foi feita através da modelação paramétrica dos respetivos objetos. É necessário ter em conta que a metodologia BIM tem por base a modelação orientada por objetos, em que, como explicado anteriormente, os objetos se relacionam entre si. Foi portanto necessário que os objetos criados também pudessem relacionar-se com o restante projeto. Para a criação dessas famílias foi necessário utilizar a informação recolhida relativa a esses produtos e que contivesse as suas propriedades. Dada a elevada quantidade de famílias modeladas, este tema será alvo de uma explicação mais detalhada mais à frente.

Para a realização do modelo MEP foram então utilizadas os desenhos das especialidades de AVAC e Hidráulica. A especialidade de AVAC foi modelada de acordo com os desenhos das telas finais.

De referir que além dos equipamentos foi também modelada a respetiva rede de ligação entre estes elementos. A especialidade de AVAC foi então modelada, contendo as seguintes divisões desta especialidade:

- Quadros elétricos;
- Redes de água;
- Redes de ar;
- Ventilação e desenfumagem Natural.

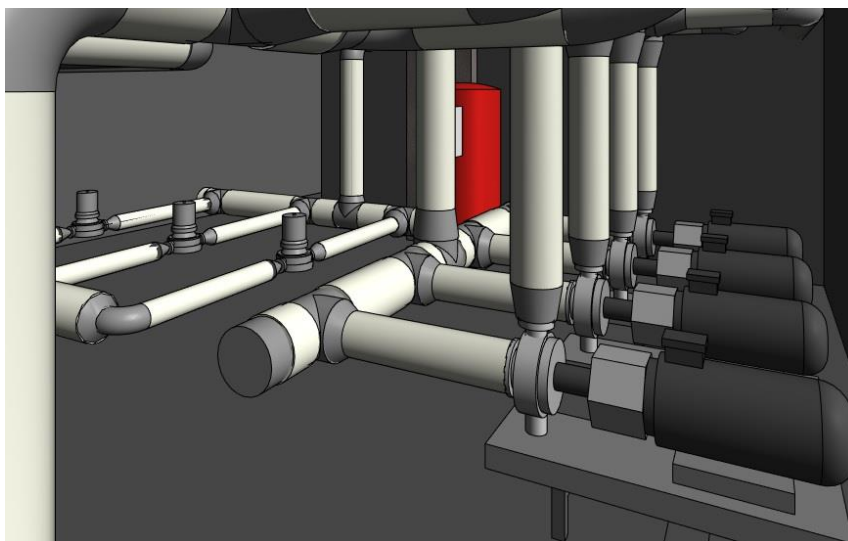


Figura 32 - Central Técnica AVAC (Redes de Água)

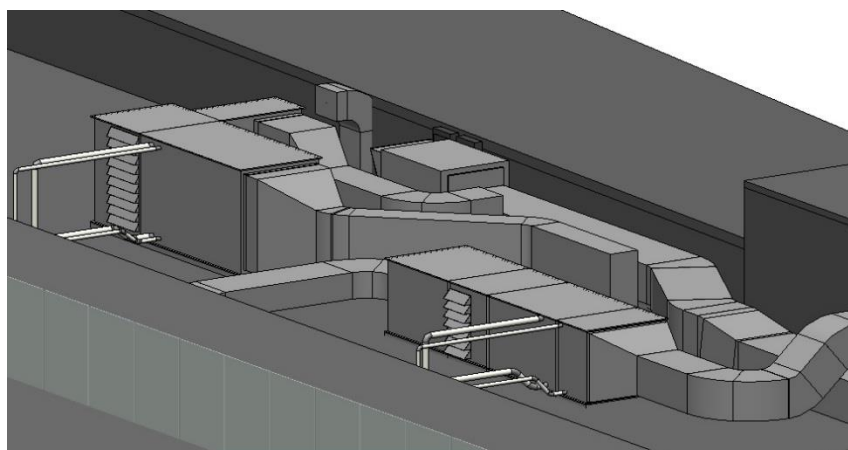


Figura 33 - Rede de Ar

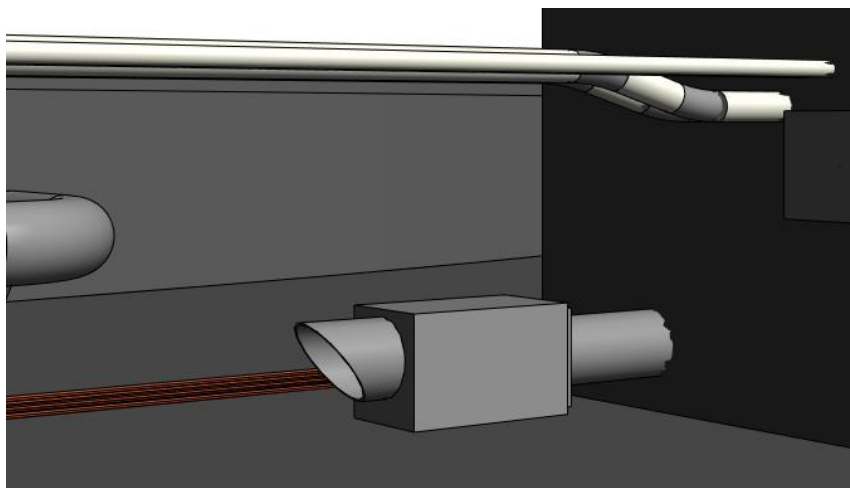


Figura 34 - Redes de Desenfumagem

O próximo passo na criação do modelo MEP foi a modelação da especialidade das instalações hidráulicas. A especialidade de Instalações Hidráulicas foi então modelada, contendo as seguintes divisões desta especialidade:

- Águas
- Águas Residuais

Enquanto nas águas foram modelados os elementos existentes e a rede de ligação, nas águas residuais, dada a falta destes, apenas foi modelada a sua rede. É possível consultar uma lista mais detalhada de todos os elementos modelados das várias especialidades no anexo 4.

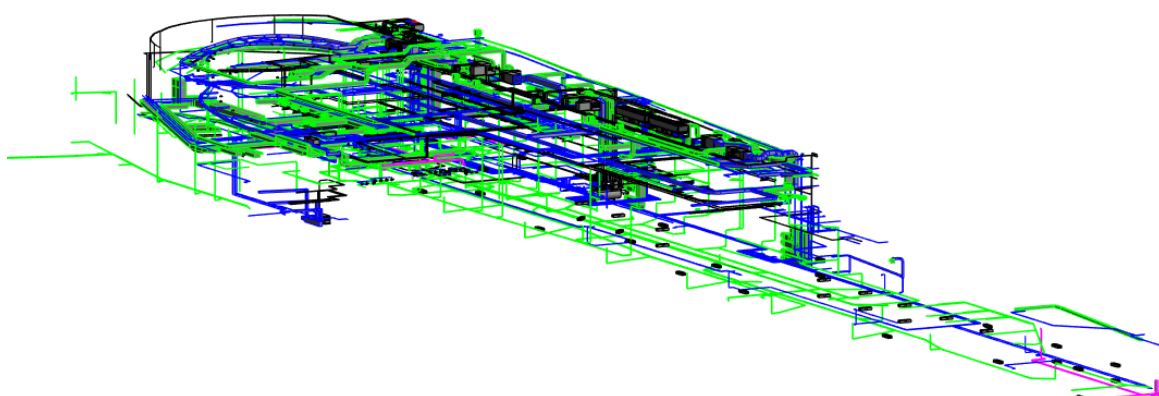


Figura 35 - Modelo MEP Final

Aquando da finalização de ambos os modelos, arquitetura e MEP, foi necessário proceder à ligação de ambos, pois apenas tem sentido que estes funcionem como um só, de forma a completar o edifício. Na ligação foi escolhido o modelo de arquitetura como modelo hospede, aquele para onde o modelo MEP seria importado, esta operação foi feita através da opção “link Revit”. No entanto antes de ligar ao modelo de arquitetura, de forma a reduzir o tamanho foi utilizado o comando “Purge Unused”, que visa eliminar as famílias e os tipos de famílias não utilizadas.

Após a importação do modelo MEP, este foi inserido como um componente único, não sendo possível alterar qualquer característica de uma família em particular. Foi então necessário combinar os dois modelos através do comando “*Bind link*”. Aqui surgiu um inconveniente ao tipo de modelação utilizada, dado que o tamanho do ficheiro MEP era de cerca de 40 Mb, quando o programa considera que ficheiros superiores a 10 Mb poderão causar impactos na sua performance.

De forma a demonstrar um pouco mais o resultado da modelação das especialidades de Águas e AVAC, serão de seguida apresentadas algumas imagens ilustrativas do modelo. A figura 37 apresenta um render com o modelo final do edifício.

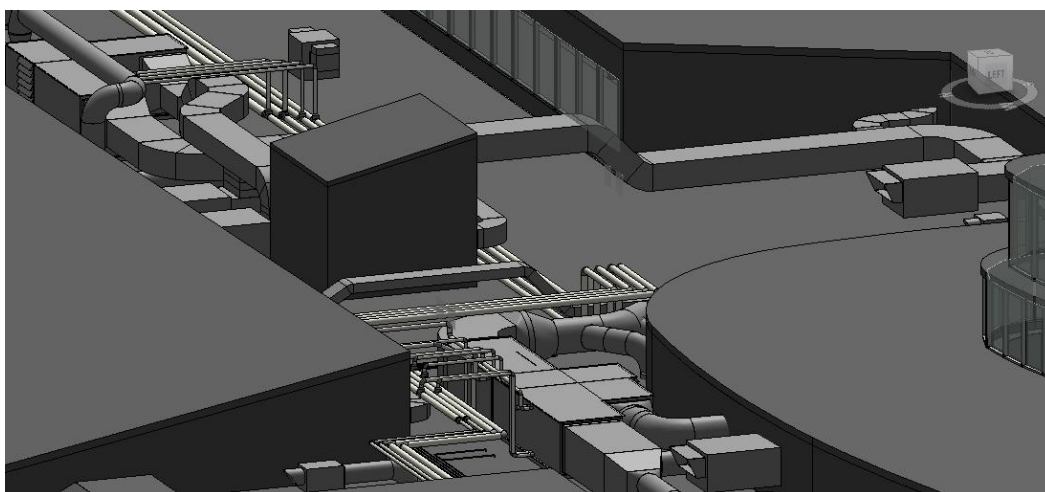


FIGURA 36 - REDE MEP



Figura 37 - Modelo Final do Edifício

3.2.2.1 - Modelação paramétrica

Como foi referido anteriormente, a modelação orientada por objetos é uma das bases da metodologia BIM. Essa modelação é possível através das relações paramétricas existentes entre os objetos. Para que os objetos se possam relacionar entre si, é necessário atribuir-lhes uma natureza, denominada de família e adicionar-lhes parâmetros que irão regular a sua forma de interação, o seu comportamento.

Na modelação por objetos as famílias são o coração da estrutura interna de dados. Isto porque cada família tem uma natureza que deve ser respeitada. Os objetos devem ser tratados conforme a família que lhes foi atribuída, pois a atribuição de uma família a um objeto implica a atribuição de determinados parâmetros a esses objetos, parâmetros esses que não podem ser alterados. Todos os elementos dentro do Revit pertencem a um determinado tipo de família, que se encaixam numa hierarquia claramente definida como é possível observar na figura 38.

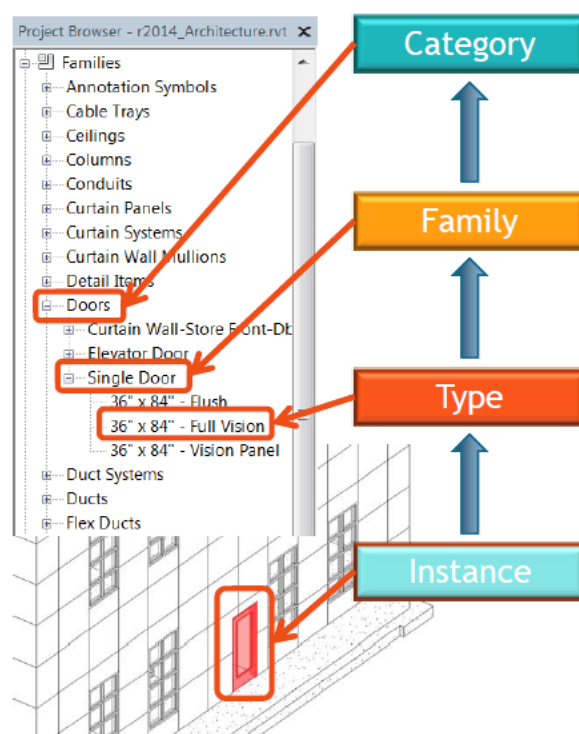


Figura 38 - Hierarquia dos Elementos no Revit (KNITTLE, 2013)

No topo da hierarquia encontram-se as Categorias, que já se encontram pré-definidas pelo Revit e não podem ser adicionadas, excluídas ou renomeadas. Segundo (Aubin, 2011) as categorias são por definição muito amplas, existindo assim várias categorias no Revit, que são distribuídas por dois grupos principais, Modelo e Anotações. A categoria Modelo inclui todos os modelos que compõem o modelo da construção, como paredes, portas, pisos, escadas e vigas. A categoria Anotações inclui itens como texto, dimensões e etiquetas.

No próximo nível da hierarquia encontram-se as famílias, para o Revit existem três diferentes tipos de famílias que compõem a sua estrutura interna de dados: *System families*, *Component families* e *In-Place families*. Estas famílias abrangem todos os objetos presentes no Revit, sejam eles componentes geométricos, de anotação, vistas ou qualquer outro componente.

As *System families* são famílias geridas pelo Revit e não podem ser criadas ou apagadas. Estas famílias já estão pré-definidas nos projetos Revit, estando já definidas as suas necessidades paramétricas, gráficas e de documentação. Alguns exemplos deste tipo de famílias são as paredes, tubos, pisos, vistas entre outros.

As *Component families* são as famílias que podem ser criadas, alteradas e guardadas numa biblioteca exterior ao Revit, de foram a poderem depois ser importadas para outro projeto. Podem ser definidos os parâmetros, a geometria e a documentação conforme os requisitos necessários. Podem ser criados equipamentos, acessórios entre outros.

As *In-Place families* são famílias definidas pelo utilizador para representar elementos únicos no projeto. Tal como as *System families*, não podem ser exportadas ou importadas para o projeto, sendo criadas pelo utilizador dentro do próprio projeto. (Knittle, 2013)

A maioria das *System families* pode ter vários tipos, sendo este o próximo nível hierárquico. Os tipos diferenciam dentro das famílias os objetos com características paramétricas, geométricas e de documentação diferentes fazendo com que seja possível existir dentro de uma mesma família objetos com diferentes características. Uma explicação mais simples é dada com o exemplo da figura 38, em que dentro da família “porta”, é possível existirem diferentes modelos de portas.

Por fim temos a Instância, que representa o tipo de família com as características paramétricas, geométricas e de documentação únicas, diferentes de todas as outras instâncias presentes no projeto. (Knittle, 2013)

Neste trabalho, todos tipos de famílias foram utilizados, no entanto existe um grupo que devido ao grande número de equipamentos utilizados, e que muitos deles não existiam na biblioteca do Revit, merece um maior destaque e irá ser abordada a modelação dessas famílias, as *Component families*.

As *Component families* tiveram um forte impacto neste trabalho devido à quantidade de equipamentos que foram utilizados. No entanto, o maior entusiasmo da utilização deste tipo de família é a possibilidade de criação de elementos e atribuição as características paramétricas, geométricas que se considerarem necessárias. A criação destes parâmetros permite uma grande flexibilidade, pois permite controlar parâmetros como distâncias, materiais, estados de visibilidade e informação não gráfica.

Processo de criação de *Component families*

Seleção do *template* da família – Este é o passo mais importante no processo de criação de uma família. O *template* irá determinar a categoria a que essa família irá pertencer, isto irá

não só definir os parâmetros disponíveis, como também o seu comportamento e interação com os outros componentes do Revit.

Outro fator que contribui para a grande importância deste primeiro passo, prende-se com a incapacidade de alteração da categoria da família. Assim que é escolhida a categoria é atribuído o seu comportamento e relacionamento dessa categoria, tornando-se impossível alterar durante o processo de criação.

Planeamento dos principais parâmetros – Como referido anteriormente são os parâmetros que irão controlar qualquer variável de valor da família, sendo por isso importante ter em mente qual a finalidade a que a família se destina de forma a criar e aplicar os parâmetros necessários corretamente.

Criação e restrição da geometria do modelo – Após a definidos todos os parâmetros que irão ser usados, esta é a fase em que eles são aplicados. Inicialmente são criados *Refence Planes* que irão delimitar a geometria do modelo e aos quais irão ser ligados os parâmetros. Na criação de parâmetros existem algumas escolhas que são necessárias ter em conta, como podemos ver na figura 39. É possível observar que para a criação de parâmetros são necessários definir várias propriedades.

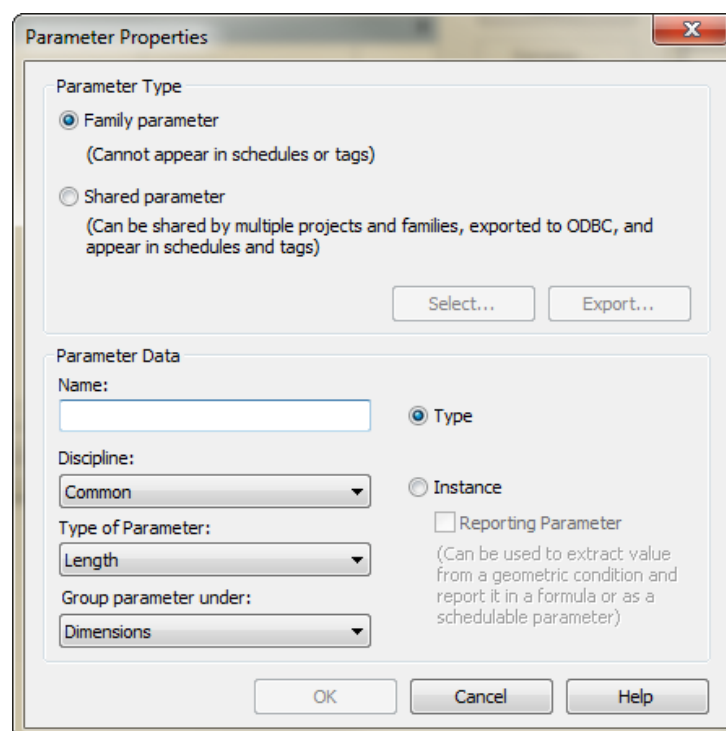


Figura 39 - Propriedades dos Parâmetros

Os *Family Parameter* são utilizados para famílias cuja informação será referente apenas à família e não poderá aparecer em tabelas ou etiquetas, “vivem” dentro da família. Como exemplo deste tipo de parâmetro são a altura e largura do componente.

Por seu lado, os *Shared Parameters* têm um maior interesse devido à possibilidade de transmitir informação entre diferentes famílias, ou entre a família e o projeto, o que permite que a informação apareça nas tabelas e seja possível exportar. Um exemplo da utilização deste parâmetro são as tabelas COBie utilizadas neste trabalho. Estes parâmetros são guardados num ficheiro externo, o que possibilita que sejam acessíveis para vários projetos.

A modificação das características em relação ao tipo, *Type*, significa que os parâmetros que, no projeto, estarão contidos na janela de edição do tipo de família, em caso de alteração de algum desses parâmetros, todas as famílias do mesmo tipo sofrerão essa mesma alteração. Por seu lado, com a utilização da *Instance*, os parâmetros são definidos a cada instância, as alterações apenas provocarão alterações nessa instância.

No que toca a criação da geometria do modelo, esta é feita com recurso a cinco métodos, representados na figura 40. Estes métodos podem ser usados para criar um sólido ou um vazio. Entende-se por vazio a remoção da geometria de um sólido já existente. A geometria será ligada aos *reference planes*, referidos anteriormente, para que as restrições impostas pelos parâmetros a esses *reference planes* sejam atribuídas também à geometria.



Figura 40 - Os 5 Métodos para a Criação de Sólidos ou Vazios

Atribuição de Subcategorias ao Objeto – Este passo nem sempre é necessário, sendo utilizado para atribuir a partes independentemente de uma família um nível extra de visibilidade e controle gráfico. (Aubin, 2011)

Estabelecer Regras de Visibilidade – A utilização desta ferramenta permite controlar as definições de visibilidade da família. Por vezes pode ser benéfico ver algumas partes em determinadas circunstâncias.

Criação de Conectores – Este passo tem extrema importância na modelação dos elementos pertencentes às especialidades MEP, sendo apenas aplicado para estes elementos. As famílias que representam equipamentos e instalações mecânicas ou elétricas necessitam de conectores para que lhes permitam conectar-se corretamente aos tubos, cabos ou fios e assim fazerem parte de um sistema ou circuito.

Criação de tipos de famílias – Como referido anteriormente, algumas famílias são compostas por vários tipos. É neste passo que são criados os vários tipos de famílias com recurso à alteração dos valores dos parâmetros necessários.

No anexo 4, serão demonstradas todas as famílias modeladas, sendo que para a modelação de todos esses equipamentos foram necessários ter em atenção alguns fatores.

Para a modelação destes elementos foi necessária uma avaliação cuidada da informação que seria necessária adicionar. A inclusão de informação obrigaria à criação de *Shared Parameters*, visto que essa informação apenas seria útil se pudesse ser partilhada. Para isto foi importante ter em conta também que informação as folhas de cálculo COBie suportam. Este fator não é importante pelo facto de limitar a informação que é inserida, pois como já foi visto na temática do COBie, é possível adicionar campos adicionais, é importante pelo facto de não estar a repetir informação que já é prevista ser guardada no COBie. Isto criaria uma duplicação de informação, que seria penalizadora em todos os sentidos.

Conclui-se assim que não seria necessário importar mais informação que aquela guardada pelo COBie, isto levou a que fosse suficiente a criação de parâmetros que regulassem a geometria das famílias.

Para a modelação geométrica das famílias foi necessário considerar um outro aspeto bastante importante, o elevado número de famílias que eram constituídas por apenas um tipo. A presença de elevadas famílias com apenas um tipo colocou em causa o benefício que traria a parametrização da geometria das famílias. Ou seja, se as famílias forem modeladas com todos os parâmetros, caso seja necessário, será facilmente possível criar uma nova família do mesmo tipo no futuro, pois será apenas necessário mudar os valores dos parâmetros requeridos. A não parametrização da geometria leva a que não exista qualquer controlo sobre as propriedades geométricas intrínsecas da família assim que ela seja colocada no

projeto e, na edição da família também não exista qualquer relação entre os sólidos que a compõem, acabando por se tornar num simples objeto 3D.

Dado que os parâmetros necessários para guardar a informação serão criados pelo *template* do COBie nas famílias e que não é necessário criar qualquer tipo de parâmetro para guardar essa informação, a segunda hipótese torna-se também viável.

Tendo em conta a limitação temporal deste trabalho e também é essencial tornar o modelo o mais leve possível em termos de tamanho de ficheiro, para uma melhor maneabilidade do modelo, foi optada a modelação da geometria sem recorrer ao uso de parâmetros para a maioria dos equipamentos. No entanto, será sempre preferível a criação de famílias completamente paramétricas, que possuam parâmetros que controlem todos os aspetos geométricos, pelos motivos supracitados.

3.3 – Integração Revit – Maximo

A exportação da informação COBie inserida no Revit, como referido anteriormente, é passível de ser efetuada através de diferentes formatos, recorrendo à exportação da informação por folhas de cálculo COBie ou através do formato IFC.

Dentro destes dois formatos, o manual de utilização da extensão do Maximo para BIM, sugere três formas diferentes compatíveis com ambos os formatos. Um dos fatores diferenciadores na escolha entra estas três formas passa pelo tipo de ficheiro inicial do projeto que o utilizador dispõe, isto é, se possui o ficheiro Revit ou se possui apenas o ficheiro IFC. (Wood & Burwell, 2013)

Para aqueles que possuem o ficheiro do modelo original, é recomendada a integração de um *plug-in* para o Revit, onde a informação será primeiramente extraída para uma folha de cálculo COBie e depois importada para o IBM Maximo através da extensão do Maximo. As duas soluções restantes recorrem ao uso do formato IFC, numa primeira opção um utilitário de linha de comando fornecida pelo AEC 3, o BimServices e por último o uso de um *software* baseado num servidor do BIMServer.org. (Wood & Burwell, 2013)

Segundo o manual de (Wood & Burwell, 2013), a melhor solução passa pela extração da informação para as folhas de cálculo COBie. No entanto, segundo a matriz de maturidade, figura 41, a exportação através do formato IFC representa um nível mais avançado de maturidade.

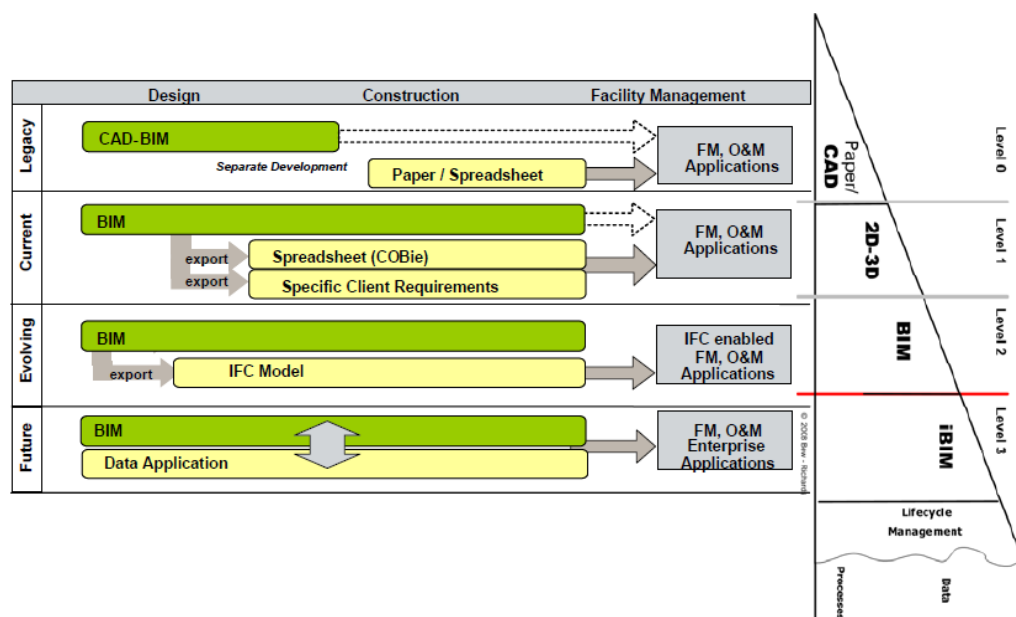


Figura 41 - Progresso do Processo de Entrega de Informação com Relação aos Níveis de Maturidade (BIM INDUSTRY WORKING GROUP, 2011)

A escolha do formato adequado para a troca de informação remete para a possibilidade de perda de dados através do formato IFC. É necessário perceber a fiabilidade da utilização deste formato na garantia da preservação dos dados, para tal foi guardada uma versão do modelo nesse formato, figura 42. Como é possível observar, numa primeira análise superficial é visível a falta de duas lajes de piso, do piso 1 e parcialmente a cobertura.

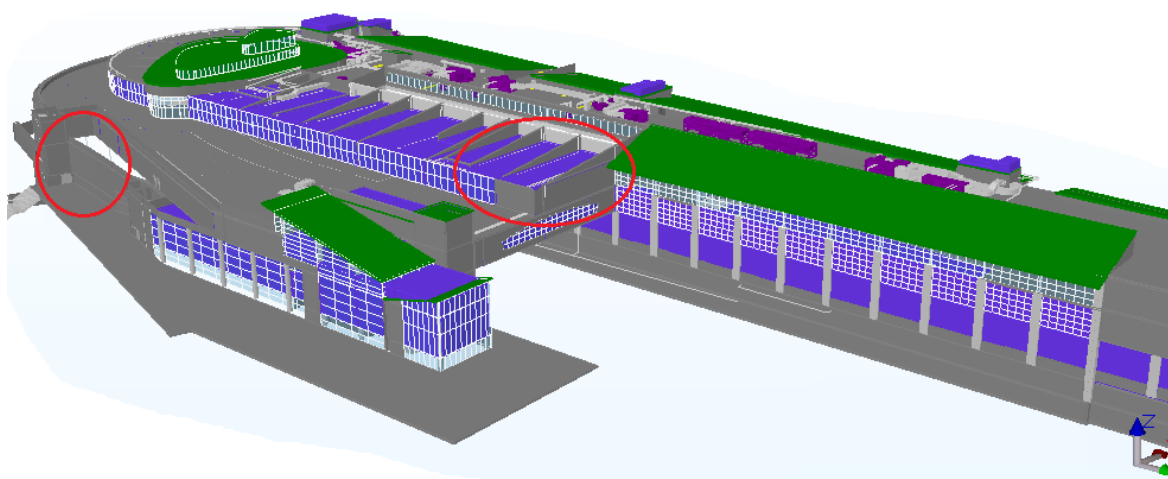


Figura 42 - Modelo em Formato IFC

Não sendo o âmbito deste trabalho a viabilidade do formato IFC, esta análise não é suficiente para concluir a perda de informação do modelo, no entanto, com o intuito de obter os resultados mais corretos possíveis, é decidida a não utilização do formato IFC.

Seguindo então a recomendação presente no manual (Wood & Burwell, 2013), opta-se pela exportação da informação através da integração de um *plug-in*, não sendo contudo utilizado o *plug-in* sugerido.

Recentemente a buildingSMART organizou a Design COBie Challenge 2013. Este evento pretende promover a competição entre as diversas *software houses*, de forma a estabelecer qual a solução que consegue extrair a informação mais rapidamente do modelo.

Com foco nos resultados obtidos, a escolha recai sobre o COBie Toolkit da Autodesk. O COBie Toolkit obteve o melhor lugar, com um resultado bastante destacado dos outros participantes, necessitando de apenas de 9 minutos para a corrigir os erros ou falhas. Esta aplicação ainda não se encontra oficialmente lançada, sendo necessário o seu fornecimento por parte da Autodesk.

No referente à extração de informação, devido à quantidade de elementos existentes e para uma melhor compreensão dos resultados obtidos da extração de informação e a forma como esta é fornecida nas folhas COBie, opta-se por uma seleção dos componentes que serão extraídos.

Esta seleção tem como critérios os requisitos do proprietário, que especificam o foco nos componentes em que a rotina de manutenção tem uma maior incidência, mas também naqueles em que a falha poderá provocar consequências mais graves. Por estas razões, foram escolhidos os seguintes conjuntos de equipamentos:

- Bombas;
- Elevadores;
- Escadas Rolantes;
- Chiller;
- UTA.

3.3.1 – Exportação Revit – Maximo

A extração da informação através do Revit toolkit é realizada em 3 fases:

- *Bind Shared Parameters* – Esta função cria os *Shared Parameters* necessários para a exportação dos dados para o formato COBie, ligando esses parâmetros às Categorias aplicáveis do Revit.

Após este passo é adicionada a informação necessária aos vários componentes, nos respetivos campos criados, figura 43.

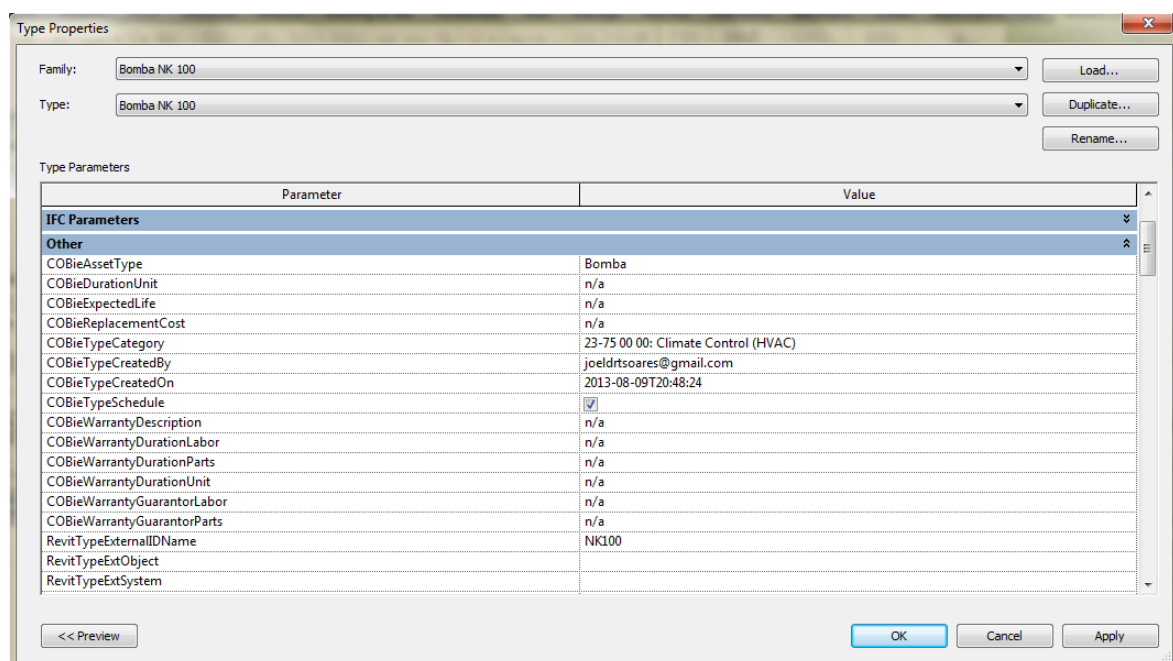


Figura 43 - Preenchimento dos Dados das Famílias

- *Populate Shared Parameters* – Nesta função é adicionada a informação comum a todos os elementos do projeto.

- *Export COBie File* – Nesta função são definidas as várias especificações pretendidas para a extração dos dados. Aqui, entre outros fatores, são definidos os componentes e atributos a serem extraídos.

Após este processo, a informação inserida é então exportada para as folhas de cálculo do formato COBie. Este ficheiro COBie é constituído por 17 folhas de cálculo, que se encontram organizadas através de um sistema de cores que simboliza a necessidade do preenchimento das colunas, figura 44.






	- Deve-se Inserir / Selecionar os dados
	- Pode conter dados, se necessário
	- Pode conter dados, se especificado
	- Referenciar dados, se necessário
	- Fórmula, não alterar

Figura 44 - Organização da Folha de Cálculo (Engineering Research and Development Center, 2008)

O resultado final da exportação dos dados para a folhas de cálculo COBie encontra-se nas imagens seguintes. Não se encontram exemplificadas todas as folhas de cálculo, pois com os dados inseridos não foram obtidos resultados em todas elas, nomeadamente referente aos recursos, trabalhos, entre outros.

Contacts

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Email	CreatedBy	CreatedOn	Category	Company	Phone	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Department	OrganizationCode
1											
2	joelditsoares@gmail.com	joelditsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	C19 - Other	ISEP	n/a	Aut	Autodesk Revit DB Project	495	Civil	ISEP
3											

Figura 45 - Folha de Cálculo referente aos contactos

Facility

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ProjectName	SiteName	LinearUnits	AreaUnits	VolumeUnits	CurrencyUnits	AreaMeasurement	ExtSystem	ExtProjectObject	ExtProjectIdentifier	ExtSiteObject	ExtSiteIdentifier		
1																		
2	Estação Viana	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	11-17 27 14: Shopping Centers	n/a	n/a	met	squaremet	cubicmet	Euros	n/a	Aut	obj	Project	n/a	obj	Site	n/a
3																		

Figura 46 - Folha de Cálculo Referente à Instalação

Floor

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	Elevation	Height
1										
2	Cota 0	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level:8mm Head	0.00	0.00
3	Piso escada	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level:8mm Head	#####	0.00
4	Piso -2	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level:8mm Head	#####	0.00
5	Piso -1	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level:8mm Head	#####	0.00
6	Piso 0	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level:8mm Head	#####	0.00
7	Piso 1	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level:8mm Head	#####	0.00
8	Piso 2	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level:8mm Head	#####	0.00
9	Cobertura	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level:8mm Head	#####	0.00
10										
11										

Figura 47 - Folha de Cálculo Referente aos Pisos

Spaces

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier
1									
2	316	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	13-81 11 21: Service Space	Piso 1	Corredor Técnico	Aut	Autodesk	##
3	317	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	13-81 11 21: Service Space	Piso 1	Corredor Técnico	Aut	Autodesk	##
4	300	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	13-81 11 21: Service Space	Piso 1	Corredor Técnico	Aut	Autodesk	##
5	511	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	13-81 11 21: Service Space	Piso 2	Corredor Técnico 511	Aut	Autodesk	##
6	500	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	13-81 11 21: Service Space	Piso 2	Corredor Técnico 500	Aut	Autodesk	##
7	601	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	13-81 21 17: Mechanical Room	Cobertura	Zona Técnica AVAC Central	Aut	Autodesk	##
8	1.7	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	13-85 31 11: Entry Vestibule	Piso 1	Lockers	Aut	Autodesk	##
9	-2.23	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	13-31 11 11: Park	Piso -2	Estacionamento Piso -2	Aut	Autodesk	##
10	-2.01	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	13-85 21 11: Stainway	Piso -2	MC3a	Aut	Autodesk	##
11									

Figura 48 - Folha de Cálculo Referente aos Espaços

Type

	A	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	A
	Name	ExtIdentifier	ReplacementCost	ExpectedLife	DurationUnit	WarrantyDescription	Nominal Length	Nominal Width	Nominal Height	Model Reference	Shape	Size	Color	ExtObject
1														
2	Elevator_10913-1.Passenger_2	480106	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3	Elevator_10913-1.Passenger_2	480108	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
4	Escalator_Kone_ECO3000_Esc	738692	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
5	adaptive_escalator_escalera	470057	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
6	M_Screw Chiller - Air Cooled -	1062609	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7	UTA COB 4.UTA COB 4.10626	1062631	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
8	UTA COB 3.M1.3.UTA COB 3.	1062632	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
9	UTA COB 2.M2.2.UTA COB 2.	1062633	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
10	UTA N COB 2.M1.2.UTA N CO	1062634	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
11	UTA COB 1.M2.1.UTA COB 1.	1062635	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
12	UTA COB 1.M1.1.UTA COB 1.	1062636	n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Figura 49 - Folha de Cálculo Referente Tipos de Componentes

Component

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Name	CreatedBy	CreatedOn	TypeName	SpaceNames	Description	ExtSystem	ExtObject
1								
41	Bomba NK 100 Bomba NK 100	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba NK 100 Bomba NK 100:1062660	-1,12	Bomba NK 100 Bomba NK 100	Autodesk Revit DB Fa	
42	Bomba CLM:50mm:1105436	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba CLM:50mm:1062659	-1,12	Bomba CLM:50mm	Autodesk Revit DB Fa	
43	Bomba CLM:50mm:1105437	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba CLM:50mm:1062659	-1,12	Bomba CLM:50mm	Autodesk Revit DB Fa	
44	Bomba NK 100 Bomba NK 100	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba NK 100 Bomba NK 100:1062660	-1,12	Bomba NK 100 Bomba NK 100	Autodesk Revit DB Fa	
45	Bomba NK 100 Bomba NK 100	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba NK 100 Bomba NK 100:1062660	-1,12	Bomba NK 100 Bomba NK 100	Autodesk Revit DB Fa	
46	Bomba NK 100 Bomba NK 100	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba NK 100 Bomba NK 100:1062660	-1,12	Bomba NK 100 Bomba NK 100	Autodesk Revit DB Fa	
47	Bomba CLM:50mm:1105703	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba CLM:50mm:1062659	-1,12	Bomba CLM:50mm	Autodesk Revit DB Fa	
48	Bomba NK 100 Bomba NK 100	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba NK 100 Bomba NK 100:1062660	-2,16	Bomba NK 100 Bomba NK 100	Autodesk Revit DB Fa	
49	Bomba NK 100 Bomba NK 100	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba NK 100 Bomba NK 100:1062660	-2,16	Bomba NK 100 Bomba NK 100	Autodesk Revit DB Fa	
50	Bomba LPE80-160:4.6 LPS - 2	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Bomba LPE80-160:4.6 LPS - 2.9 Meter Head	-2,16	Bomba LPE80-160:4.6 LPS - 2.9 Mete	Autodesk Revit DB Fa	

Figura 50 - Folha de Cálculo Referente aos Componentes

System

	A	B	C	D	E	F	G
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ComponentNames	ExtSystem	ExtObject
1							
2	Mechanical Supply Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA COB 4:UTA COB 4:1105421	Autodesk	
3	Mechanical Exhaust Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA COB 4:UTA COB 4:1105421	Autodesk	
4	Mechanical Supply Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA COB 3.M1.3.UTA COB 3.M1.3:1105422	Autodesk	
5	Mechanical Exhaust Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA COB 3.M1.3.UTA COB 3.M1.3:1105422	Autodesk	
6	Mechanical Supply Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA COB 2.M2.2.UTA COB 2.M2.2:1105423	Autodesk	
7	Mechanical Exhaust Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA COB 2.M2.2.UTA COB 2.M2.2:1105423	Autodesk	
8	Mechanical Supply Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA N COB 2.M1.2.UTA N COB 2.M1.2:1105424	Autodesk	
9	Mechanical Exhaust Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA N COB 2.M1.2.UTA N COB 2.M1.2:1105424	Autodesk	
10	Mechanical Supply Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA COB 1.M2.1.UTA COB 1.M2.1:1105425	Autodesk	
11	Mechanical Exhaust Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA COB 1.M2.1.UTA COB 1.M2.1:1105425	Autodesk	
12	Mechanical Supply Air	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	21-51 51 16: Air Distribution	UTA COB 1.M1.1.UTA COB 1.M1.1:1105426	Autodesk	

Figura 51 - Folha de Cálculo Referente aos Sistemas

4 – Conclusões e Estudos Futuros

4 - Conclusões e estudos futuros

Conclusões

Esta temática do BIM-FM ainda se encontra numa fase embrionária em Portugal, no entanto, noutros países, nomeadamente nos países nórdicos, já se encontra numa fase mais avançada. Esta é uma metodologia de extremo interesse devido ao potencial que demonstra ter na otimização do processo.

É no entanto necessário mudar mentalidades para que a implementação do BIM-FM seja aceite por todos. A inércia que a novidade e evolução provocam, pode criar alguma resistência, mas é importante realçar o seu potencial além da visualização e da base de dados sendo que o BIM também é uma ferramenta colaborativa, cujo sucesso depende de todos os intervenientes.

A implementação da gestão de instalações com recurso ao modelo BIM, necessita de uma nova forma de trabalhar, pois esta não assenta num aumento de trabalho, mas sim numa alteração à forma como é feito.

É necessário educar os intervenientes no ciclo construtivo, que o BIM-FM pressupõe uma alteração de mentalidade para que o procedimento seja mais simples e acessível, mas que sobretudo a informação entregue ao proprietário esteja completa e de fácil utilização.

Relativamente a este trabalho encontraram-se alguns dos problemas que são considerados comuns em edifícios já construídos. A falta de documentação, ou pelo menos, a falta de uniformidade na documentação existente é um dos atuais problemas da fase de construção. O fato da documentação ser, na sua maioria, entregue em formato papel leva a que a sua consulta não seja prática, pois é necessária a deslocação até ao seu arquivo físico para poderem ser consultadas, podendo ainda não se encontrar organizadas. Afortunadamente

isto não se verificava no caso em estudo, apesar de a maioria se encontrar em formato papel, a documentação estava metodicamente organizada.

Na modelação é necessário também uma escolha prévia da melhor abordagem tendo em conta os possíveis fatores existentes. A maioria da normalização existente faz uma focalização nesta metodologia aplicada a obras ainda em fase de projeto em que é aplicada a metodologia BIM. Com a utilização da metodologia BIM durante o ciclo de vida do edifício, a inserção do FM é natural e simples, pois toda a informação terá sido já recolhida e organizada, juntamente com o modelo do edifício. No entanto, este não é o caso deste trabalho, em que o edifício já está construído e em operação há vários anos.

Para a realização deste tipo de edifícios é necessário, previamente à construção do modelo, um levantamento das alterações realizadas no próprio edifício. Para isto será necessário uma inspeção por todo o edifício em que seja possível obter as alterações realizadas por comparação com as plantas *as-built*.

Na modelação torna-se também importante que esta seja realizada em modelos separados. Com isto, não devem ser feitos dois modelos sem ligação, pelo contrário, a metodologia BIM defende a colaboração entre todas as partes na realização de um modelo único. É no entanto, visível a queda de rendimento, na modelação, após a fusão dos dois modelos, em que a simples e elementar tarefa de visualização se torna lenta e a alteração de qualquer componente impraticável.

Na fase final, referente à ligação entre os *softwares* de modelação e de FM, ainda se verifica a necessidade de melhoria. A ligação entre os *softwares* deveria ser rápida e direta, não sendo necessária a utilização de outras ferramentas para a troca de informação. Uma solução possível será a inclusão do COBie na estrutura do IFC. Não se torna prático que a troca de

informação entre os vários intervenientes seja feita através de formato IFC, enquanto que para a gestão das instalações se recorra a um formato diferente.

Devido ao tempo disponível e complexidade do modelo não foi possível realizar a ligação com o IBM Maximo. Esta solução é possível através da utilização de um *add on* no Maximo, que permite a importação das folhas de cálculo COBie. A modelação das várias especialidades teve um enorme impacto na realização deste trabalho, quer relativamente à sua proporção, como também devido à complexidade envolvida. Esta demora na modelação revelou-se fulcral, ao não permitir a obtenção de todos os resultados propostos.

Estudos Futuros

O presente trabalho procura desenvolver um novo conceito que está a ganhar um maior destaque. A metodologia BIM-FM poderá impor-se nas próximas décadas devido à aceitação que a metodologia BIM está a adquirir a nível mundial. Numa perspetiva futura, o estudo realizado neste trabalho permite diagnosticar algumas oportunidades de desenvolvimento quer a nível do modelo realizado, quer do conceito:

Desenvolvimento do modelo:

- Aplicação de KPI ao modelo
 - Aplicação de KPI que se considerem pertinentes. De forma a acompanhar o modelo em termos de desempenho.
- Aplicação do Laser Scanning
 - Utilização do Laser Scanning de forma a perceber o seu detalhe e comportamento em edifícios já construídos, comparando-o ao modelo final. Procedendo depois à análise da sua viabilidade.

➤ Teste com o novo IFC

- O futuro do BIM passa pela resolução da sua maior condicionante, a interoperabilidade. Apesar de se terem dado passos largos na resolução deste problema, este ainda existe e, para que seja possível evoluir para o nível 2 e 3 de maturidade BIM, segundo a figura 41, é necessário que o formato aberto IFC, seja melhorado. Um teste com a atual versão, IFC 2x4, poderá permitir algumas conclusões nesta área;

➤ Aplicação da análise térmica

- A aplicação do modelo para simulações energéticas fornece imensas vantagens na sustentabilidade. Esta aplicação permitiria o teste de diferentes soluções, cálculos de ganhos e perdas de energia, permitiria saber o tempo necessário para obter retorno do investimento na aplicação de algum material na fachada ou alteração de algum equipamento;

➤ BIM+BAS para o FM

- Esta apesar de ser uma solução extremamente complexa, dado o seu grau de inovação tecnológica, leva a gestão das instalações para um patamar superior. A ligação com os próprios equipamentos permite um controlo a qualquer instante em qualquer lado.

Desenvolvimento do conceito:

➤ Desenvolvimento de KPI

- A temática do FM está a ganhar cada vez um maior reconhecimento das vantagens da sua implementação. Os KPI são fundamentais na gestão de uma instalação de forma a poder medir a performance. Estudo de um maior número

de KPI's de forma a adaptarem-se com um maior rigor, aos vários tipos de edifício, mas também às várias tarefas e SLA's existentes.

- Avaliação da ligação entre os softwares BIM e os softwares FM
 - O atual estado da metodologia BIM-FM ainda encontra algumas dificuldades na ligação entre os *software*, muito por culpa, da tenra idade do conceito. Levantamento dos principais players no mercado e quais os que oferecem melhor garantia de qualidade na troca de informação.

Referências Bibliográficas

- AIA. (2013). *BIM, Standards & Interoperability*. Obtido em 13 de Setembro de 2013, de American Institute of Architects: <http://network.aia.org/technologyinarchitecturalpractice/Home/bimstandards/>
- Alves, A. (2008). *Sistemas Integrados de Manutenção: Processo SIM*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. (Dissertação de Mestrado)
- APFM. (2013). Obtido em 10 de Março de 2013, de APFM: <http://apfm.pt/>
- Aubin, P. F. (2011). Autodesk Revit Families: A Step-by-Step Introduction. *Autodesk University 2011* (p. 35). Las Vegas: Autodesk.
- Bedrick, J. (Novembro de 2008). *Organizing the Development of a Building Information Model*. Obtido em 13 de Março de 2013, de AECbytes Feature: <http://www.aecbytes.com/feature/2008/MPSforBIM.html>
- Bentley Facilities. (2013). Obtido em 20 de Março de 2013, de Bentley Facilities: <http://www.bentley.com/en-US/Products/Bentley+Facilities/Product-Overview.htm>
- BIM Industry Working Group. (2011). *A report for the Government Construction Client Group. Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper*.
- buildingSMART*. (2008). Obtido em 12 de Março de 2013, de <http://www.buildingsmart.org/standards/idm>
- Cerovsek, T. (2013). BIM Lifecycle/BIM-FM. *I BIM International Conference*, (p. 57). Porto.

CRC for Construction Innovation. (2007). *Adopting BIM for facilities management - Solutions for managing the Sydney Opera House*. Brisbane: Icon.Net Pty Ltd.

Dixon, W. (2008). Obtido em 26 de Fevereiro de 2013, de <http://www.willmottdixongroup.co.uk/assets/b/r/briefing-note-12-what-is-wlc-lca-and-lcc.pdf>

East, B., & Carrasquillo-Mangual, M. (2013). *The COBie Guide: a commentary to the NBIMS-US COBie standard*.

East, E. (8 de Junho de 2013). *Construction Operations Building Information Exchange (COBie)*. Obtido em 9 de Setembro de 2013, de Web site de Whole Building Design Guide: <http://www.wbdg.org/resources/cobie.php>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Ecodomus FM. (s.d.). *BIM SOFTWARE FOR LIFECYCLE FACILITIES MANAGEMENT*. Obtido em 20 de Março de 2013, de Ecodomus FM: <http://www.ecodomus.com/index.php/ecodomus-fm/>

Engineering Research and Development Center. (Janeiro de 2008). *WBDG*. Obtido de www.wbdg.org/pdfs/cobie_spreadsheet.pdf

Esteves, A. (2012). *A metodologia BIM aplicada à preparação de obra*. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto. (Dissertação de Mestrado)

Ferreira, B. (2011). *Aplicação de conceitos BIM à Instrumentação de estruturas*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. (Dissertação de Mestrado)

- FM:Systems. (s.d.). Obtido em 20 de Março de 2013, de FM:Systems:
<http://www.fmsystems.com/software/>
- Forbes, B. K. (7 de Setembro de 2009). Thought Leader Interviews: Bruce K. Forbes. (S. Hanks, Entrevistador)
- Fuhrman, A. (9 de Abril de 2009). Thought Leader Interviews: Andy Fuhrman. (S. Hanks, Entrevistador)
- Graphisoft. (s.d.). Obtido em 20 de Março de 2013, de
<http://www.graphisoft.com/downloads/addons/archifm/index.html>
- Graves, H. A. (2013). Obtido em 12 de Março de 2013, de EuroFM:
<http://www.eurofm.org/about-us/what-is-fm/>
- Green, A. (2009). Introducing the New Standards for Life Cycle Costing in Construction. Stockholm.
- Grilo, A., & Jardim-Gonçalves, R. (2010). Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. *Automation in Construction*, 19, 522-530.
- GSA. (4 de Abril de 2013). *3D-4D Building Information Modeling*. Obtido em 9 de Setembro de 2013, de
http://www.gsa.gov/portal/content/105075?utm_source=PBS&utm_medium=print-radio&utm_term=bim&utm_campaign=shortcuts
- Hamil, S. (Setembro de 2011). *what Is COBie*. Obtido em 9 de Setembro de 2013, de
<http://www.thenbs.com/topics/BIM/articles/whatIsCOBie.asp>

IFMA. (28 de 08 de 2008). Obtido em 5 de Janeiro de 2013, de <http://www.ifma.org/knowledge/fm-knowledge-base/knowledge-base-details/11-core-competencies-of-facility-managers>

IWMS. (21 de Dezembro de 2009). Obtido em 19 de 9 de 2013, de intelligent workplace management: <http://www.iwmsnews.com/2009/12/why-eam-cmms-cafm-fmis-cifm-iwms-and-other-acronyms-are-confusing/>

Jernigan, F. E. (2007). *Big BIM little BIM: the practical approach to building information modeling: integrated practice clone the right way*. Salisbury, Maryland: 4Site Press.

Karlshøj, J. (10 de Março de 2011). *Information Delivery Manuals*. Obtido em 12 de Março de 2013, de buildingSMART International Ltd.: <http://iug.buildingsmart.org/idms>

Khemlani, L. (30 de 9 de 2011). *BIM for Facilities Management*. Obtido em 20 de Março de 2013, de AECbytes Feature: <http://www.aecbytes.com/feature/2011/BIMforFM.html>

Khemlani, L. (9 de Maio de 2012). *Around the World with BIM*. Obtido em 3 de Setembro de 2013, de <http://aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html>

Kiviniemi, A. (10 de Novembro de 2010). BIM - just another buzzword or a real change in the industry? *Digital Architectural Design*. Salford: School of the Built Environment.

Knittle, B. (2013). Content in Revit - Families. *Synergis University 2013* (p. 12). Bethlehem: Synergis.

Knops, J. (2013). *Computer Aided Facility Management (CAFM)*. Obtido em 20 de Setembro de 2013, de planon: <http://planonsoftware.com/uk/about/what-is-iwms/#CAFM>

- Lavy, S. (2008). Facility management practices in higher education buildings: A case study. *Journal of Facilities Management*, 303-315.
- Lavy, S., Garcia, J. A., & Dixit, M. K. (2010). Establishment of KPIs for facility performance measurement: review of literature. *Emerald*, 440-445.
- Leppard, T. (Junho de 2009). Pulling together. *fnx - facilities management excellence*, pp. 26-27.
- Library, I. (s.d.). *IFD Library*. Obtido em 12 de Março de 2013, de IFD Library: http://www.ifd-library.org/index.php?title=Main_Page
- Liebich, T. (15 de Novembro de 2012). Obtido em 12 de Março de 2013, de buildingSMART: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/summary>
- Lino, J., Azenha, M., & Lourenço, P. (2012). Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas. *Encontro Nacional BETÃO ESTRUTURAL*, (p. 10). Porto.
- Lord, A., Lunn, S., Price, I., & Stephenson, P. (2001).). *Emergent Behaviour in a New Market : Facilities Management in the UK*. Sheffield: Sheffield Hallam University.
- Martins, P. (2011). *A interoperabilidade entre sistemas BIM e simulação ambiental computacional: estudo de caso*. Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. (Dissertação de Mestrado)
- Maurício, F. M. (2011). *Aplicação de Ferramentas de Facility Management à Manutenção Técnica de Edifícios de Serviços*. Lisboa: IST. (Dissertação de Mestrado)
- McPhee, A. (2013). *What is this thing called LOD*. Obtido em 14 de 3 de 2013, de <http://practicalbim.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>

- Monteiro, A. (2010). *Avaliação da aplicabilidade do modelo IFC ao licenciamento automático de projetos de redes de distribuição predial de água*. Porto: Faculdade de Engenharia do Porto. (Dissertação de Mestrado)
- Moreira, J. (2011). *Modelo de gestão de instalações em centros comerciais: Determinação de indicadores chave de desempenho*. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto. (Dissertação de Mestrado)
- Nik-Mat, N., Kamaruzzaman, S., & Pitt, M. (2011). Assessing The Maintenance Aspect of Facilities Management through a Performance Measurement System: A Malaysian Case Study. *Procedia Engineering* 20, 329-338.
- Pedroto, M., & Martins, J. P. (2012). Pesquisa estruturada e manipulação de informação no modelo IFC, requisitos e soluções. *Congresso Construção 2012*. Coimbra.
- Ribeiro, N. (2012). *Metodologia Facility Management Aplicada ao Estádio do Dragão*. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto. (Dissertação de Mestrado)
- Rodrigues, R. (2001). *Gestão de Edifícios: Modelo de Simulação Técnico-económica*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. (Tese de Doutoramento)
- Sabol, L. (2008). Building Information Modeling & Facility Management. *IFMA World Workplace* (p. 13). DCStrategies.
- Silva, J. (2013). *Princípios para o desenvolvimento de projetos com recurso a ferramentas BIM: Avaliação de melhores práticas e proposta de regras de modelação para projetos de estruturas*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. (Dissertação de Mestrado)

- Silva, S. (2010). *A Gestão da Actividade de Manutenção em Edifícios Públicos - Modelo e definição de estratégias para uma intervenção sustentável*. Lisboa: IST. (Tese de Doutoramento)
- Smith, D. (24 de Janeiro de 2013). *Introduction to National BIM Standard & NBIMS-US*. Obtido de http://www.buildingsmart.no/sites/default/files/02_nbims-us_norway_20130124.pdf.
- Tavares, Â. d. (2009). *Gestão de Edifícios - Informação Comportamental*. Porto: FEUP. (Dissertação de Mestrado)
- Tjell, J. (2010). *Building Information Modeling (BIM) - in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems*. Copenhaga: Technical University of Denmark. (Dissertação de Mestrado)
- Van, J. (29 de Dezembro de 2008). *AIA BIM Protocol (E202)*. Obtido em 14 de março de 2013, de <http://www.allthingsbim.com/2008/12/aia-bim-protocol-e202.html>
- VICO. (2013). Obtido em 13 de Março de 2013, de VICO software: www.vicosoftware.com/BIM-Level-of-Detail/tabid/89638/Default.aspx
- Wood, D., & Burwell, E. (26 de Junho de 2013). Maximo extensions for Building Information Models.
- WSP Group. (21 de Abril de 2013). *Around the world*. Obtido em 10 de Setembro de 2013, de <http://www.wspgroup.com/en/BIM/10-truths-about-BIM/Around/>
- YouBIM. (2013). *BIM for Facilities Management*. Obtido em 20 de Março de 2013, de <http://www.youbim.com/about-youbim.html>

Anexos

Anexo 1 Indicadores de Desempenho Económico

Nível	Indicador de Desempenho Económico
1	$E_1 = \frac{\text{Custo total de Manutenção} * 100}{\text{Custo de substituição}}$
	$E_2 = \frac{\text{Custo total de Manutenção} * 100}{\text{Custo de Contratação}}$
	$E_3 = \frac{\text{Custo total de Manutenção}}{\text{Output de Operações}}$
	$E_4 = \frac{\text{Custo total de Manutenção} * 100}{\text{Custo de Transformação}}$
	$E_5 = \frac{\text{Custo total de Manutenção} + \text{Custos de Recuperação Após Indisponibilidade}}{\text{Output de Operações}}$
	$E_6 = \frac{\text{Tempo sem Paragem}}{\text{Custo total de Manutenção}}$
2	$E_7 = \frac{\text{Valor Médio de Materiais de Manutenção} * 100}{\text{Custo de substituição}}$
	$E_8 = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Internos} * 100}{\text{Custo Total de Manutenção}}$
	$E_9 = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Externos} * 100}{\text{Custo Total de Manutenção}}$
	$E_{10} = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Contratados Afetados à Manutenção do Item} * 100}{\text{Custo Total de Manutenção}}$
	$E_{11} = \frac{\text{Custo dos Recursos Materiais Gastos em Manutenção} * 100}{\text{Custo Total de Manutenção}}$
	$E_{12} = \frac{\text{Custo dos Recursos Materiais Gastos em Manutenção}}{\text{Valor Médio dos Materiais de Manutenção}}$
	$E_{13} = \frac{\text{Custo dos Recursos Indiretos afetos à Manutenção} * 100}{\text{Custo Total de Manutenção}}$
	$E_{14} = \frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Custo de Energia Gasta em Manutenção}}$
3	$E_{15} = \frac{\text{Custo Total de Manutenção Corretiva} * 100}{\text{Custo Total de Manutenção}}$
	$E_{16} = \frac{\text{Custo Total de Manutenção Preventiva} * 100}{\text{Custo Total de Manutenção}}$
	$E_{17} = \frac{\text{Custo Total de Manutenção Condicionada} * 100}{\text{Custo Total de Manutenção}}$
	$E_{18} = \frac{\text{Custo Predeterminado para Manutenção} * 100}{\text{Custo Total de Manutenção}}$
	$E_{19} = \frac{\text{Custo de Manutenção de Melhoria}}{\text{Custo Total de Manutenção}} * 100$
	$E_{20} = \frac{\text{Custo de Manutenção Durante Paragens}}{\text{Custo Total de Manutenção}} * 100$
	$E_{21} = \frac{\text{Custo Total Gasto em Formação}}{\text{Total de Recursos Humanos afetos à Manutenção}} \quad \text{Unidades de Valor / Pessoa}$
	$E_{22} = \frac{\text{Custo de Manutenção Contratada para Equipamentos Mecânicos}}{\text{Custo Total de Manutenção Contratada}}$
	$E_{23} = \frac{\text{Custo de Manutenção Contratada para Equipamentos Elétricos}}{\text{Custo Total de Manutenção Contratada}}$
	$E_{24} = \frac{\text{Custo de Manutenção Contratada em Equipamentos}}{\text{Custo Total de Manutenção Contratada}}$

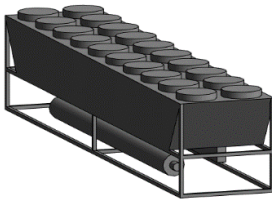
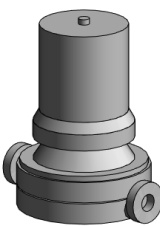
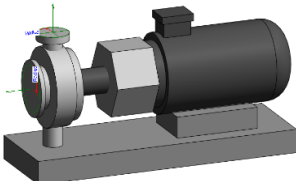
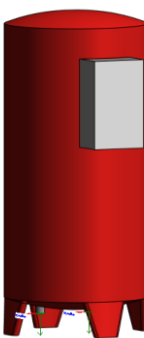
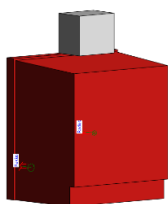
Anexo 2 Indicadores de Desempenho Técnico

Nível	Indicadores de Desempenho Técnico
1	$T_1 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Funcionamento} + \text{Período de Tempo de Manutenção})} * 100$
	$T_2 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo Projetado})} * 100$
	$T_3 = \frac{\text{Número de Falhas Causadoras de Danos Ambiente}}{\text{Tempo de Calendário}}$
	$T_4 = \frac{\text{Número de Falhas Causadoras de Danos Pessoais}}{\text{Tempo de Calendário}}$
2	$T_5 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Funcionamento} + \text{Período de Paragem Devido a Falhas})} * 100$
	$T_6 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Funcionamento} + \text{Período de Paragem Devido a Manutenção Planeada})} * 100$
3	$T_7 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Planeada}}{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção}} * 100$
	$T_8 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Predeterminada}}{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção}} * 100$
	$T_9 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Condicionada}}{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção}} * 100$
	$T_{10} = \frac{\text{Número de Falhas que Causaram Ferimentos}}{\text{Número Total de Falhas}} * 100$
	$T_{11} = \frac{\text{Número de Falhas que Causaram Potenciais Ferimentos}}{\text{Número Total de Falhas}} * 100$
	$T_{12} = \frac{\text{Número de Falhas que Causaram Perigos Ambientais}}{\text{Número Total de Falhas}} * 100$
	$T_{13} = \frac{\text{Número de Falhas que Causaram Potenciais Perigos Ambientais}}{\text{Número Total de Falhas}} * 100$
	$T_{14} = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{\text{Número de Trabalhos de Manutenção que Causam Paragens}}$
	$T_{15} = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{\text{Número de Trabalhos de Manutenção}}$
	$T_{16} = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{\text{Número Total de Falhas}}$
	$T_{17} = \frac{\text{Número Total de Falhas}}{\text{Custo de Substituição}}$
	$T_{18} = \frac{\text{Número de Sistemas com Análise de Criticidade}}{\text{Número Total de Sistemas}} * 100$
	$T_{19} = \frac{\text{Homens Hora Utilizados no Planeamento de Sistemas de Manutenção}}{\text{Total de Homens Hora Utilizados em Atividades de Manutenção}}$
	$T_{20} = \frac{\text{Tempo de Planeamento e Calendarização de Atividades de Manutenção que Causam Paragens}}{\text{Tempo de Planeamento e Calendarização de atividades de Manutenção}}$
	$T_{21} = \frac{\text{Período de Tempo Necessário para o Reinício}}{\text{Número Total de falhas}}$

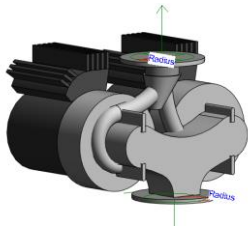

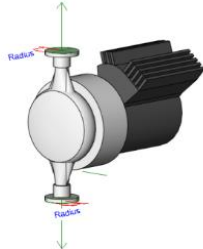
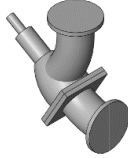

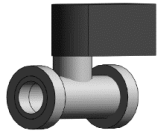

Anexo 3 Indicadores de Desempenho Organizacional

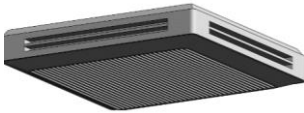
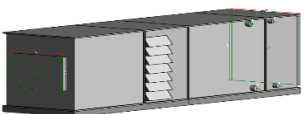
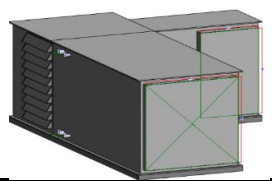
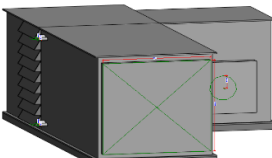
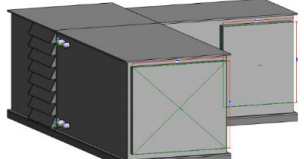
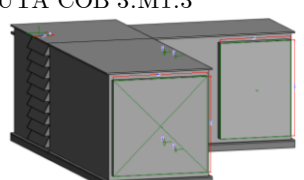
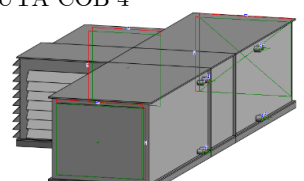
Nível	Indicadores de Desempenho Organizacional
1	$O_1 = \frac{\text{Números de Funcionários de Manutenção da Organização}}{\text{Número Total de Funcionários da Organização}} * 100$
	$O_2 = \frac{\text{Números de Funcionários de Manutenção Indiretos da Organização}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}} * 100$
	$O_3 = \frac{\text{Números de Funcionários de Manutenção Indiretos da Organização}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}} * 100$
	$O_4 = \frac{\text{Produção do Trabalhador de Manutenção em Homens Hora}}{\text{Produção Totais de Trabalhador Direto de Manutenção em Homens Hora}}$
	$O_5 = \frac{\text{Homens Hora em Planejamento e Calendarização da Manutenção}}{\text{Homens Hora de Manutenção Disponíveis}} * 100$
	$O_6 = \frac{\text{Número de Acidentes de Pessoal da Manutenção}}{\text{Número Total de Funcionários da Manutenção}} * 10000 \text{ (Rácio de Frequência)}$
	$O_7 = \frac{\text{Homens Hora Perdidos Devido a Acidentes do Pessoal da Manutenção}}{\text{Total de Homem Horas de Pessoal da Manutenção}} * 10000 \text{ (Rácio de Gravidade)}$
	$O_8 = \frac{\text{Homens Hora Utilizados para Manutenção de Melhorias por Pessoal da Organização}}{\text{Homem Hora do Pessoal da Organização}}$
2	$O_9 = \frac{\text{Produção do Trabalhador de Manutenção em Homens Horas}}{\text{Produção Total do Trabalhador em Homens Horas}} * 100$
	$O_{10} = \frac{\text{Pessoal da Manutenção por Turno}}{\text{Pessoal da Manutenção}} * 100$
3	$O_{11} = \frac{\text{Período de Tempo para Ações Corretivas}}{\text{Período de Tempo de Paragem Total Relacionada com Trabalhos de Manutenção}} * 100$
	$O_{12} = \frac{\text{Homens Hora Diretamente Relacionados com a Manutenção a Executarem Tarefas Mecânicas}}{\text{Número Total de Horas da trabalhador Diretamente Relacionado com Manutenção}} * 100$
	$O_{13} = \frac{\text{Homens Hora Diretamente Relacionados com a Manutenção a Executarem Tarefas Elétricas}}{\text{Número Total de Horas da trabalhador Diretamente Relacionado com Manutenção}} * 100$
	$O_{14} = \frac{\text{Homens Hora Diretamente Relacionados com a Manutenção a Trabalharem com Equipamento}}{\text{Número Total de Horas da trabalhador Diretamente Relacionado com Manutenção}} * 100$
	$O_{15} = \frac{\text{Número Total de Funcionários da Organização Polivalentes}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}} * 100$
	$O_{16} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Corretivas}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{17} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Corretivas Imediatas}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{18} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Preventivas}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{19} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações de Manutenção Condicionada}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{20} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações de Manutenção Predeterminada}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{21} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Período Extraordinário}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{22} = \frac{\text{Número de Horas de Trabalho Realizadas Dentro do Prazo Previsto}}{\text{Número de Horas de Trabalho Total Previstas}} * 100$
	$O_{23} = \frac{\text{Número de Horas de Formação para trabalhadores da Organização}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} * 100$
	$O_{24} = \frac{\text{Número de Pessoas de Manutenção Direta que Utilizam o Software}}{\text{Número de Pessoas de Manutenção Direta}}$
	$O_{25} = \frac{\text{Total Horas por Homem Gastas em Atividades de Planejamento}}{\text{Total Horas por Homem Planeadas para Atividades de Planejamento}}$
	$O_{26} = \frac{\text{Números de Peças Sobresselentes Fornecidas pelo Armazém, Conforme Solicitado}}{\text{Número Total de Peças Exigidas pela Manutenção}}$

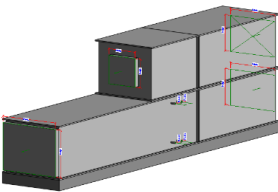
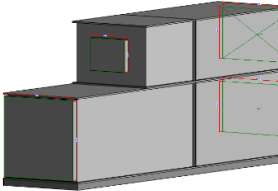
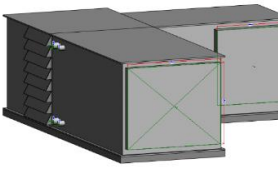
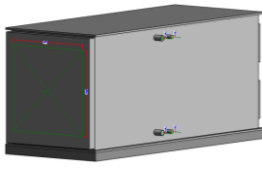
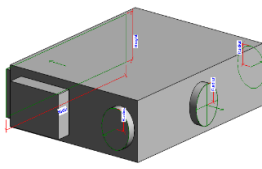
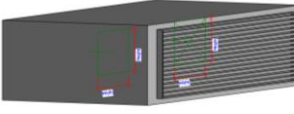
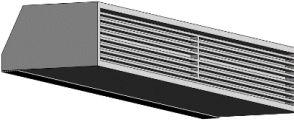

Anexo 4 Informação Recolhida e Elementos Modelados

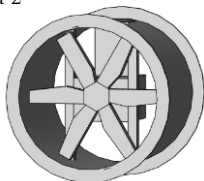
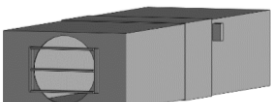
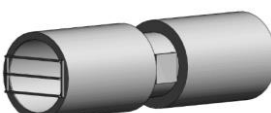
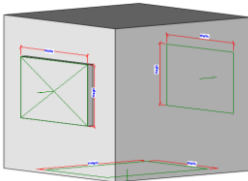
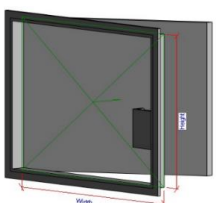
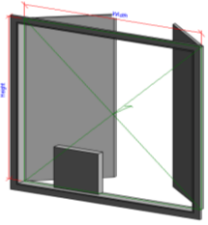
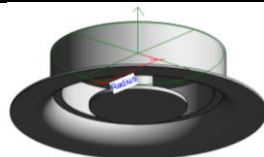
Grupo	Especialidade	Componentes	Família	Documentação
Instalações Elétricas e Mecânicas	AVAC	Unidades Chiller	 (a)	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
				Manual de Manutenção
		Bombas Circuladoras Circuito Primário do Chiller	 (a)	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Manutenção
				Deteção de Avarias
				Informação Técnica
		Bombas Circuladoras Circuito Secundário do Chiller		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
				Informação Técnica
		Vaso de Expansão		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Manutenção
				Informação Técnica
		Separador de Ar Mecânico		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
				Informação Técnica

(a) – Famílias obtidas na biblioteca do Autodesk Revit

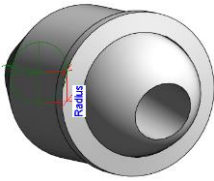



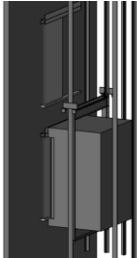

Grupo	Especialidade	Componentes	Família	Documentação
Instalações Elétricas e Mecânicas	AVAC	Bombas Circuladoras Circuito Primário das Caldeiras		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
				Deteção de Avarias
				Informação Técnica
		Bombas Circuladoras Circuito Secundário das Caldeiras	 (a)	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
				Informação Técnica
		Bombas Circuladoras Circuito Anti Condensação		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
				Deteção de Avarias
		Válvulas	Equilíbrio Caudal  (a)	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			Equilíbrio de Pressão Diferencial 	Marca
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			Modulantes Hidráulicas 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			Dinâmicas  (a)	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica

Grupo	Especialidade	Componentes	Família	Documentação
Instalações Elétricas e Mecânicas	AVAC	Unidade Split de Ar Condicionado		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
				Manual de Manutenção
				Deteção de Avarias
		Unidade de Tratamento de Ar Novo	UTA COB 1.M1.1	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			UTA COB 1.M2.1	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			UTA COB 1.M2.2	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			UTA N COB 2.M1.2	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			UTA COB 3.M1.3	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			UTA COB 4	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica

Grupo	Especialidade	Componentes	Família	Documentação
Instalações Elétricas e Mecânicas	AVAC	Unidade de Tratamento de Ar Novo	UTA Esc 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			UTA N2.1 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			UTA N COB 2.M1.2 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
		Unidade de Tratamento de AR	UTA 0.1 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
		Unidade de Tratamento de Ar	UTA Compact 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
		Unidades Ventiloinvectoras		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
		Cortinas de Ar Quente (Hidraulicas)		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
		Cortinas de Ar Quente (Electricas)		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica

Grupo	Especialidade	Componentes	Família	Documentação
Instalações Elétricas e Mecânicas	AVAC	Ventiladores de Desenfumagem Axiais	Axalu 2 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
			Axulu TR 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				manual de Instalação
				Informação Técnica
			Axulu TR 2 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				manual de Instalação
				Informação Técnica
		Ventiladores de Desenfumagem em caixa		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
		Registos Corta - Fogo tipo Voulet	BDTR 2H 1V 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
				Manual de Manutenção
				Informação Técnica
			BDTR 2H 2V 	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
				Manual de Manutenção
				Informação Técnica
		Difusores Efeito Rotacional		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica

(b) – Família obtida em www.seek.autodesk.com





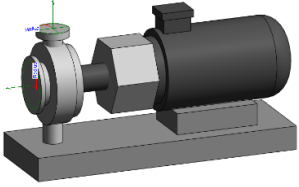

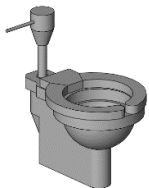
Grupo	Especialidade	Componentes	Família	Documentação
Instalações Elétricas e Mecânicas	AVAC	Injectores		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
		Difusor Linear		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Informação Técnica
	Eletricidade	Escadas Rolantes	 (c)	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instruções
				Informação Técnica
		Tapetes Rolantes	 (d)	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instruções
				Informação Técnica
		Elevadores	 (e)	Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instruções
				Informação Técnica
		Quadros Eletricos	 (f)	Fornecedor
				Informação Técnica
		Rede		

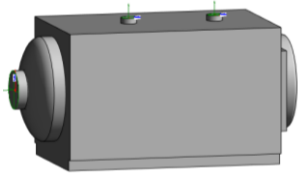

(c) – Família obtida em www.arcad.com

(d) – Família obtida em www.revitcity.com

(e) – Família obtida em www.revitcity.com

(f) – Família obtida em www.revitcity.com

Grupo	Especialidade	Componentes	Família	Documentação
Água	Águas	Válvulas	Corte e Retenção	Marca
			 (a)	Fornecedor
				Informação Técnica
			Corte	Marca
				Fornecedor
				Informação Técnica
			Borboleta	Marca
			 (a)	Fornecedor
				Informação Técnica
		Rede		
	Abastecimento de Água	Bomba	 (a)	Marca/Modelo
				Fornecedor
				Informação Técnica
	Rede Combate a Incêndios	Bomba		Marca/Modelo
				Fornecedor
				Informação Técnica
		Bomba	 (a)	Marca/Modelo
				Fornecedor
				Informação Técnica
	Esgotos	Rede		
		Sanitários	 (a)	

Grupo	Especialidade	Componentes	Família	Documentação
Instalação de Gás	Gás	Caldeiras		Marca/Modelo
				Data de Aquisição
				Fornecedor
				Manual de Instalação
				Manual de Utilização
		Válvula		
		Rede		